



Udvikling af selektive trawl til danske fiskerier - SELTRA

Madsen, Niels; Frandsen, Rikke; Krag, Ludvig Ahm; Herrmann, Bent; Holst, René; Lundgren, Bo

Publication date:
2008

Document Version
Publisher's PDF, also known as Version of record

[Link back to DTU Orbit](#)

Citation (APA):
Madsen, N., Frandsen, R., Krag, L. A., Herrmann, B., Holst, R., & Lundgren, B. (2008). *Udvikling af selektive trawl til danske fiskerier - SELTRA*. DTU Aqua.

General rights

Copyright and moral rights for the publications made accessible in the public portal are retained by the authors and/or other copyright owners and it is a condition of accessing publications that users recognise and abide by the legal requirements associated with these rights.

- Users may download and print one copy of any publication from the public portal for the purpose of private study or research.
- You may not further distribute the material or use it for any profit-making activity or commercial gain
- You may freely distribute the URL identifying the publication in the public portal

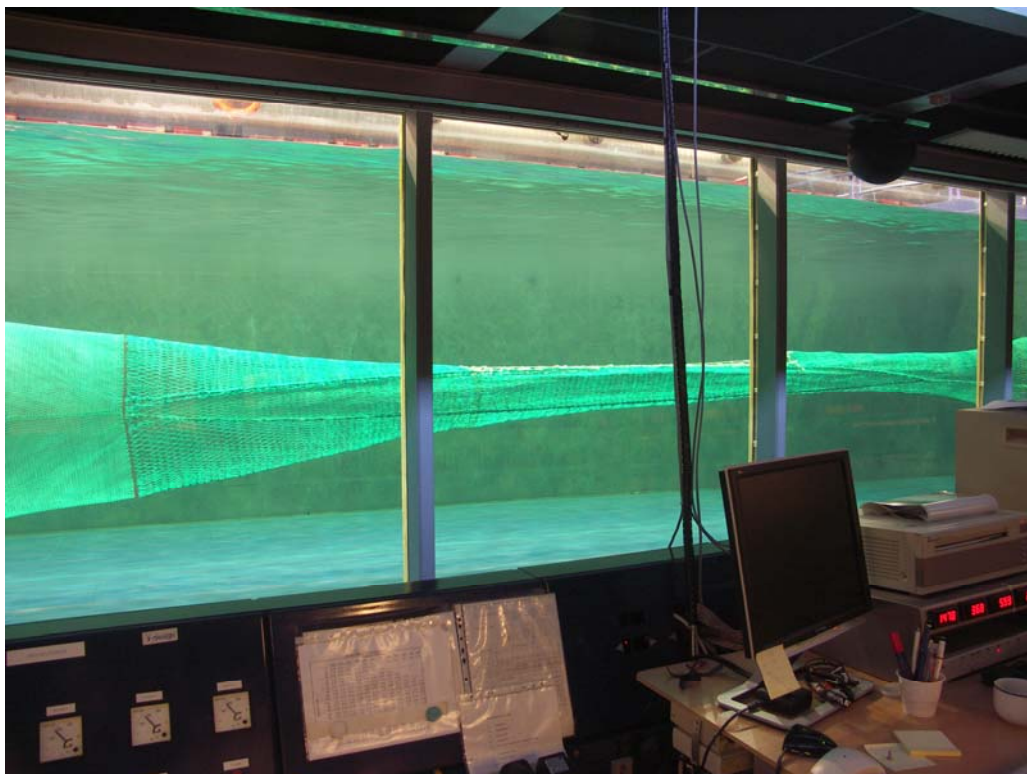
If you believe that this document breaches copyright please contact us providing details, and we will remove access to the work immediately and investigate your claim.



DTU Aqua
Institut for Akvatiske Ressourcer
Sektion for Fiskeriteknologi

Udvikling af selektive trawl til danske fiskerier

-SELTRA-



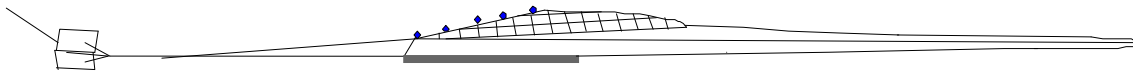
Hirtshals 2008

Finansieret af EU's fiskerisektorprogram FIUF og Fødevareministeriet

Forord

Nærværende sammenfatter projektet ”SELTRA” udvikling af selektive trawl til danske fiskerier. Projektet er finansieret af EU's fiskerisektorprogram FIUF og Fødevareministeriet under programpakken: ”udvikling af nye fangst- og fiskerimetoder under programmet for ”en styrkelse af det teknologiske, biologiske og økonomiske grundlag for dansk fiskeriforvaltning”. Rapporten er udarbejdet af Fiskeriteknologi forskningssektionen under DTU Aqua.

DTU Aqua ønsker at takke SINTEF for hjælp med udviklingsarbejde og gennemførelse af forsøg, de vodbindere der har været involveret undervejs, netproducenter, Producenter af teknisk udstyr, skipper og besætning på de kommercielle fartøjer der har deltaget i forsøgene, Danmarks Fiskeriforening samt teknikere og biologassistenter der har hjulpet med gennemførelse af sejlads og forberedelser samt vores kollegaer i udlandet der har hjulpet os og ydet bidrag undervejs.



Følgende fra DTU Aqua har leveret bidrag til nærværende rapport:

Niels Madsen
Rikke Petri Frandsen
Ludvig Ahm Krag
Bent Herrmann
René Holst
Bo Lundgren

Indholdsfortegnelse

Indholdsfortegnelse	2
Resumé	3
1. Indledning	5
1.1 Overordnede formål	5
1.2 Baggrund for udvalgte fiskerier og problemstillinger	5
1.3 Rapportens opbygning	6
2. Delprojekt 1: udvikling af et selektivt kullertrawl	8
2.1 Baggrund	8
2.2 Udvikling af et selektivt kullertrawl	8
2.4 Forbedret størrelsesseleksion i et kullertrawl	10
2.5 Sammenfatning og anbefalinger	10
3. Delprojekt 2: forbedret størrelsesseleksionen for jomfruhummere i trawl	12
3.1 Baggrund	12
3.2 Forsøg med kvadratmaskepose og udvikling af en ny metodik til opsamling af udslip ..	12
3.3 Udvikling af en fangstpose med selektionspanel	14
3.4 Optimering af fangstpose med selektionspanel	16
3.5 Simuleringsforsøg til test af forbedret størrelsesseleksion	18
3.6 Sammenfatning og anbefalinger	19
4. Delprojekt 3: forbedring af artsseleksionen i jomfruhummertrawl	21
4.1 baggrund	21
4.2 Udvikling af et selektivt jomfruhummertrawl koncept	21
4.3 Udvikling af et artsselektivt koncept: sorteringsboksen	24
4.4 Forsøg med akustiks udløser og sorteringsboks med 300 mm masker	25
4.5 Forsøg med sorteringsboks med 400 mm masker	26
4.6 Udvikling af en ny type opsamlingspose	27
4.7 Forsøg med sorteringsboks med 150 mm og 400 mm masker	27
4.8 Optimering af en jomfruhummerrist	29
4.9 Teoretisk undersøgelse af indflydelsen af rundstropper på størrelsesseleksion	30
4.10 Sammenfatning og anbefalinger	31
5. Delprojekt 4: T90-masker til forbedring af størrelses-seleksionen i konsumtrawl	34
5.1 Baggrund	34
5.2 Udvikling af en ny metode til opsamling af fisk og jomfruhummer	35
5.3 Selektionsforsøg med en T90-fangstpose i Kattegat og Skagerrak	35
5.5 Prøvetanksforsøg med T90-fangstpose	38
5.6 Sammenfatning og anbefalinger	40
6. Ordforklaring	42
7. Referencer	43
8. Appendiks oversigt	46

Resumé

Formål

Det overordnede formål er, at udvikle metoder der kan forbedre selektiviteten indenfor en kort tidshorisont i udvalgte fiskerier, hvor bedre selektivitet kan forventes at give en betydelig gevinst.

Baggrund

Det blev valgt at koncentrere indsatsen omkring trawlfiskeri, da der her findes problemer med discard. I forbindelse med dette projekt er der udvalgt nogle fiskerier, hvor det vil være oplagt at sætte ind og hvor der er rimelige forventninger, om at der kan frembringes resultater indenfor den nærmeste fremtid. Der er gennemført følgende delprojekter: delprojekt 1) udvikling af et selektivt kullertrawl; delprojekt 2) forbedret størrelsesselektionen for jomfruhummere i trawl; delprojekt 3) forbedring af artsselektionen i jomfruhummertrawl; delprojekt 4) T90 masker til forbedring af størrelsesselektionen i konsumtrawl.

Resultater

I delprojekt 1 blev der udviklet et selektivt kullertrawl. Det blev testet fra et kommercielt fartøj. Trawlen fangede kuller over mindstemålet (MM) effektivt, samtidig med at fangsten af torsk reduceres betydeligt. Der blev dog observeret en betydelig dag og nat variation. I dette delprojekt blev der desuden gennemført teoretiske studier, der viste at tråddykkelsen er en vigtig parameter, der har betydning for størrelsesselektionen for kuller.

I delprojekt 2 blev der udviklet metoder, der fremskaffede ny vigtig information i forhold til at udnytte adfærden til at forbedre størrelsesselektionen for jomfruhummer. Helt konkret blev denne viden omsat i praksis ved udviklingen af et innovativt sorteringskoncept. Det blev testet fra et kommercielt fartøj, hvor det viste sig at forbedre selektionen. Gennem laboratorieforsøg og ved hjælp af simuleringstudier blev vigtig basalviden indsamlet om effekten af maskevidde og maskeform i forhold til en forbedret størrelsesselektion for jomfruhummere.

I delprojekt 3 blev gennemført omfattende udviklingsarbejde og flere serier med forsøg fra kommercielle fartøjer, for at forbedre artsselektionen i jomfruhummerfiskeriet. Der blev udviklet et selektivt jomfruhummertrawlkoncept, hvor det var muligt at adskille størstedelen af fiskene, herunder torsk, fra ca. 90 % af jomfruhummer fangsten. Et nyt koncept, sorteringsboksen, blev desuden udviklet. Ved anvendelse af en sorteringsboks blev selektionen for torsk væsentligt bedre, end hvad der er set i tidligere forsøg med sorteringsvinduer. Tabet af jomfruhummer var minimalt, hvilket en nyudviklet metodik gjorde det muligt at estimere præcist. Dog viste det sig at rødspætter, samt andre kommercielle arter, i høj grad også bliver sorteret ud. Selektionen i sorteringsbokskonceptet kan dog justeres ved hjælp af et udskifteligt sorteringsvindue. Der blev også gennemført udviklingsarbejde, der viste at det er muligt at forbedre en jomfruhummer sorteringsrist med hensyn til tilbageholdelse af jomfruhummere over MM. Gennem simuleringforsøg blev det påvist, at anordninger monteret på fangstposen på trawl kan have en indflydelse på selektiviteten. I dette tilfælde analyserede vi anvendelsen af rundstroppe.

I delprojekt 4 blev der gennemført forsøg med en T90-fangstpose (masker drejet 90 grader) fra et kommercielt fartøj. En nyudviklet metodik gjorde det muligt at undersøge undslip når redskabet hales tilbage. T90-fangstposen fanger væsentligt færre torsk under MM end tilsvarende standard fangstpose. Hovedparten af de torsk der undslipper, gør det dog først under tilbagehaling hvilket ikke er optimalt. Der er ikke nogen fordel ved T90-fangstposen i forhold til rødspætter og der er et meget stort tab af jomfruhummere over MM når T90-fangstposen anvendes. Der blev også gennemført simuleringsstudier, der viser vigtigheden af at undersøge alle designændringer ved udvikling af nye selektive redskaber. T90-fangstposen blev desuden testet i forsøg i Hirtshals prøvetanken ved forskellige fangstmængder for at undersøge effekten på masken.

1. Indledning

1.1 Overordnede formål

Adskillige forsøg har vist, at rundfisk der slipper gennem netmaskerne mens trawlen trækkes har gode chancer for at overleve (DeAlteris og Reifsteck, 1993; Jacobsen, 1994; Jacobsen mfl., 1992; Soldal mfl., 1993; Suuronen mfl., 1996; Wileman mfl., 1999), hvorimod der må forventes at stort set alle rundfisk som discards dør (Evans mfl., 1994) mens der vil være en høj dødelighed for fladfisk (van Beek mfl., 1990; Millner mfl., 1993) og jomfruhummer (Wileman mfl., 1999). Da der findes en betydelige discard i dansk fiskeri (DFU, 2001; DFU, 2003), må der forventes en betydelig gevinst ved at forbedre selektivitet og dermed forbedre dansk fiskeris bæredygtighed.

Det overordnede formål er derfor, at udvikle metoder der kan forbedre selektiviteten indenfor en kort tidshorisont i udvalgte fiskerier, hvor der kan forventes en betydelig gevinst ved at forbedre selektiviteten. Som en integreret, men mindre del af projektet, videreudvikles en IT baseret model som i højere grad vil gøre det muligt, at give en hurtig og effektiv vurdering og dokumentation af forskellige redskabers selektive egenskaber.

1.2 Baggrund for udvalgte fiskerier og problemstillinger

I forbindelse med dette projekt er der udvalgt nogle fiskerier, hvor det vil være oplagt at sætte ind og hvor der er rimelige forventninger om at der kan frembringes resultater indenfor den nærmeste fremtid. Det blev valgt at koncentrere indsatsen omkring trawlfiskeri da der her findes betydelige problemer med discard (DFU, 2001; DFU, 2003; Munch-Petersen, 2003)

Jomfruhummerfiskeriet er et fiskeri med en ganske betydelig discard (udsmid) af fisk såvel som jomfruhummer (DFU, 2001; DFU, 2003; Munch-Petersen, 2003). Den årlige discard for jomfruhummerfiskeriet i Skagerak er tidligere blevet estimeret til 67 % i vægt af fangsten (DFU, 2003). Samtidigt har restriktioner i andre fiskerier gjort jomfruhummerfiskeriet til det næstvigtigste konsumfiskeri (Munch-Petersen, 2003). Fiskeriindsatsen er derfor steget kraftigt i dette ikke særligt selektive fiskeri indenfor de seneste år. DTU Aqua har tidligere gennemført forsøg i samarbejde med Dansk Fiskeriforening, der har til formål at reducere discarden i dette fiskeri. Der lægges vægt på at bygge videre på den erfaring der er opbygget ved gennemførelsen af de igangværende forsøg. Imidlertid vil tilgangen til de forsøg der er gennemført i dette projekt være, at afprøve mere avancerede løsninger, der i højere grad udnytter den forskel der er i jomfruhummerens adfærd i forhold til fisk.

Konsumfiskeriet i Nordsøen, Skagerrak og Kattegat er i de senere år forvaltet ud fra hensynet til vigende torskebestande. Derimod er kullerbestanden for tiden indenfor de sikre biologiske grænser (ICES, 2007). Da fangst af kuller imidlertid er associeret med fangst af torsk, er forvaltningen af kuller fiskeriet ofte integreret med forvaltningen af de blandede fiskerier og underlægges restriktionerne for fangst af torsk. Kuller opfører sig forskelligt fra torsk i trawlen. Torsken vil søge nedad og kuller opad i trawlmundingen (Main og Sangster, 1985b) og det forventes at det er muligt at udvikle et simpelt men meget selektivt kuller trawl.

At forbedre selektionen i fiskeredskaber vil ikke kun dreje sig om artselektion men også at sikre en effektiv størrelsesselektion for den enkelte art. Målet vil være at gøre selektionskurven så stejl som muligt, samt så konstant som muligt mellem trækkene (lav varians). En effektiv størrelsesselektion

vil i højere grad gøre det muligt at fastsætte et mindstemål (MM), som sikrer en lavt discard niveau, samtidigt med et reduceret tab af fiskerens landbare fangst af fisk over MM (dermed forbedres økonomien). I denne forbindelse er der valgt at fokusere på at forbedre størrelsesselektion for jomfruhummer fordi discarden har været så stor (over 50 % se DFU 2001). Jomfruhummerens adfærd og irregulære morfologi gør det nødvendigt, at udvikle metodikker, der effektivt kan belyse mulighederne for at forbedre selektiviteten.

En nyere tilgang til at forbedre størrelsesselektion er anvendelsen af almindelige masker drejet 90 grader (herefter kaldet T90, T = turned). Mange fartøjer er på det seneste begyndt at anvende T90 masker bagerst i trawlen, typisk i forlængerstykket på pelagiske trawl, fordi det forventes at forbedre gennemstrømningen i trawlen. T90 nettet har nogle åbenlyse fordele sammenlignet med det knudeløse net der oftest anvendes til kvadratmasker: det er lettere tilgængeligt, billigere og lettere at reparere. T90 maskens selektive egenskaber beror på, at når knuden drejes 90 grader så tvinger knuden maskerne til at stå mere åbne. Såfremt T90 maskens selektive egenskaber kan dokumenteres, vil der derfor være adskillige fordele ved at anvende T90 masker, frem for eksempelvis kvadratmasker som er den traditionelle løsning. T90 masker er introduceret ved lovgivning i Østersøens torskefiskeri, selvom dokumentation fra forsøg med kommercielle fartøjer er begrænset (Madsen, 2007).

Det er ofte omfattende og dermed bekosteligt at gennemføre forsøgsfiskeri med selektive redskaber. Derfor har DTU Aqua udviklet et computerprogram (PRESEMO) som allerede i dag kan simulere størrelsesselektion og fangsteffektivitet af rundfisk, som torsk og kuller fanget i trawl med konventionelle diamantmaske fangstposer (Herrmann, 2005a; Herrmann, 2005b). De senere år er der gennemført adskillige lovgivningsmæssige ændringer af de tekniske bevaringsforanstaltninger, der beskriver fiskeredskabet. Ofte findes der ikke den nødvendige dokumentation for gavnigheden af disse ændringer. Et simuleringsprogram vil have stor betydning for udvikling af forvaltningsinstrumenter der kan frembringe korttidsprognoser. Inddragelse af de simuleringsmuligheder udviklingen indenfor IT-teknologi har bibragt, kan dermed medvirke til at skabe et mere præcist forvaltningsgrundlag og teoretisk dokumentation for forskellige redskabers selektive egenskaber. En videreudvikling, i begrænset omfang, af dette computerprogram vil ske med tilknytning til nogle af delprojekterne.

1.3 Rapportens opbygning

Rapporteringen for projektet er opdelt i to dele. Denne hovedrapport som er en kortfattet gennemgang af de væsentligste resultater for delprojekterne, samt et en omfattende appendiksdelt op i 19 appendiks. Bagerst i denne rapport findes en oversigt over indholdet i de enkelte appendiks. De indeholder bl.a. tekniske tegninger billeder af udviklingsarbejde, relevant information vedrørende forsøgene, samt publicerede artikler (engelsk) og udkast til artikler. De nuværende artikeludkast vil blive udsat for yderligere gennearbejdning og gennemgå revision inden de publiceres i internationale tidsskrifter. Derfor opfordres personer med interesse for indhold i et appendiks til at kontakte den hovedansvarlige således, at man får den senest opdaterede, og mest relevante, version. Udover rapporten vil information løbende blive lagt ud på Fiskeriteknologisektionens hjemmeside (se under www.dtu.dk → DTU Aqua → Fiskeriteknologigruppens projekter).

Der findes en ordforklaring bagerst i rapporten (afsnit 6).

Rapporteringen er opdelt i følgende delprojekter:

Delprojekt 1: udvikling af et selektivt kullertrawl

Delprojekt 2: forbedret størrelsesselektionen for jomfruhummere i trawl

Delprojekt 3: forbedring af artsselektionen i jomfruhummertrawl

Delprojekt 4: T90 masker til forbedring af størrelsesselektionen i konsumtrawl

2. Delprojekt 1: udvikling af et selektivt kullertrawl

2.1 Baggrund

Kullerbestanden i Nordsøen, Kattegat og Skagerrak har det rimeligt godt og udnyttes for tiden indenfor sikre biologiske grænser (ICES, 2007). Da fangst af kuller imidlertid er associeret med fangst af torsk, bliver forvaltningen af kullerfiskeriet ofte integreret i forvaltningen af de blandede fiskerier og rammes af restriktioner for at undgå fangst af torsk.

Kuller opfører sig forskelligt fra torsk i trawlen. Torsken vil søge nedad og kuller opad ved trawlmundingen (Main og Sangster, 1985b). Ved at hæve trawlen fra bunden kan torsk svømme under trawlen mens kulleren fanges.

Ved hjælp af separatorpaneler er det lykkedes at adskille fangsten således at op til 96 % kuller og 94 % hvilling endte i det øverste rum mens 99-100 % af torsk, rokker, fladfisk, småplettet rødhaj og jomfruhummer endte i det nederste rum (Main og Sangster, 1982). Samtlige dokumenterede forsøg med separatorpanel viser at torsk primært (64-100 %) ender i den nedre del af trawlen mens kuller primært (79-96 %) ender i den øvre del (Anon., 2004, Engås og West, 1995, Engås mfl., 1998, Ferro mfl., 2007).

Den bedste adskillelse af kuller og torsk sker når separatorpanelet placeres ca. 75 cm over bunden (Main og Sangster, 1982) og med fronten af panelet placeret lidt bag rubben (Engås mfl., 1998). Hvis maskerne i panelet er store, er der mulighed for at kuller, der svømmer ind i det nederste rum, kan svømme gennem panelet til det øvre rum (Engås mfl., 1998). Dette design er dog kun dokumenteret i et enkelt forsøg. Her blev der ikke registreret bevægelse af fisk fra det øvre til det nedre rum og forfatterne vurderer at det gavner separationen af kuller. Andre forsøg har vist, at der er en tendens til at mindre arter så som jomfruhummer "siver" gennem panelet hvis det er for stormasket (Main og Sangster, 1982).

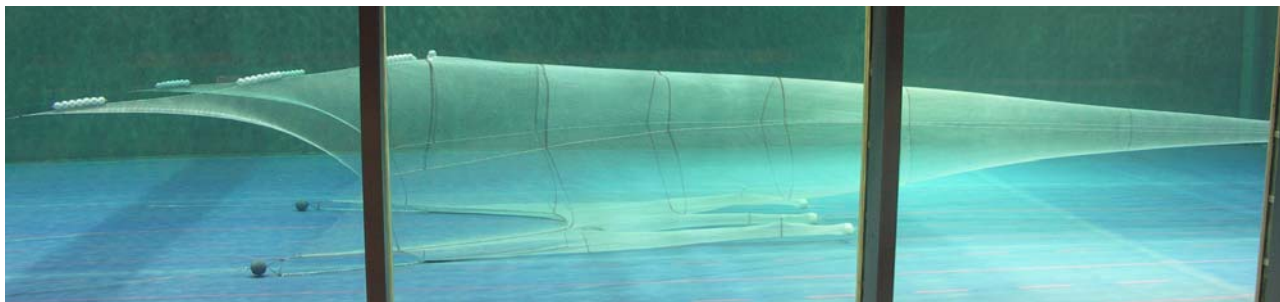
Discardindsamlinger har vist at der er en betydelig discard af kuller i Nordsøen. Det er derfor også ønskeligt at forbedre størrelsesselektionen af kuller for at reducere discarden, således at bestanden kan udnyttes mere optimalt.

2.2 Udvikling af et selektivt kullertrawl

Et modificeret skotsk kullertrawl (Jackson trawl) blev anvendt som udgangspunkt for forsøget. Der blev fremstillet en model i skala 1:8 for at kunne udføre forsøg i prøvetanken i Hirtshals (figur 2.2.1).

Trawlens undertælle, der normalt er på bunden under fiskeri, blev hævet tilsvarende ca. 80 cm over bunden og der blev konstrueret tre opsamlingsposer, der vil fange de fisk der passere under den hævede undertælle (figur 2.2.1). Undertællen hæves blandt andet af en stor bobbins forbundet med en ca. 80 cm høj metal trekant placeret foran trawlens to undervinger (figur 2.2.1).

På baggrund af arbejdet i prøvetanken blev der fremstillet en fuldskala trawl. Fangstposen i selve trawlen blev fremstillet af et småmasket net således, at den tilbageholder alt hvad der kommer ind.



Figur 2.2.1. Billede af den selektive kuller trawl fra prøvetanken i Hirtshals. Bemærk de tre nedre opsamlingsposer under trawlen.

2.3 Forsøg med et selektivt kullertrawl

Forsøget blev udført i 2006 i Skagerrak ombord på Borkumrif (HM 128). Da fiskens synsevne primært afhænger af lys, kan fisks reaktionsmønster i forhold til et nærmende trawl forventes at variere mellem dag og nat. De i alt 28 slæb blev derfor fordelt på 14 slæb om dagen og 14 slæb om natten.

Det fremgår af tabel 2.3.1 at den selektive kullertrawl tilbageholdte 99 % kuller over MM om dagen og 89 % om natten. Trawlen reducerer fangsten af torsk med 56 % om dagen og med 82 % om natten. Reduktionen af torsk over 35 cm (MM) er 23 % om dagen og 66 % om natten. For torsk under MM reduceres fangsten med 61 % om dagen og med 85 % om natten. Der er altså en betydelig dag/nat og længdefafhængighed på adskillelsessucces for torsk, hvor fangsten reduceres mest effektive om natten. I tabel 2.3.1 er flere af de andre kommercielle arter der blev fanget under

Tabel 2.3.1. Tabellen angiver den samlede fangsten i hovedposen og summeret for de tre opsamlingsposer. Fangsten i opsamlingsposerne er den andel der vil undslippe redskabet. Fangsten er angivet i total (antal) samt relativ fordeling (%) både over og under MM.

	Total	Dag			Total	Nat		
		Total (%)	<MM (%)	≥MM (%)		Total (%)	<MM (%)	≥MM (%)
<i>Hoved pose</i>								
Kuller	36446	93.2	87.0	99.0	21776	86.8	75.6	89.1
Torsk	2221	44.2	39.2	76.7	504	17.7	15.2	33.6
Hvilling	3228	73.3	52.2	79.5	2539	75.2	57.9	76.1
Sej	512	99.8	100.0	99.8	3645	97.0	69.1	97.3
Rødtunge	43	35.5	20.8	57.1	9	33.3	27.8	44.4
Rødspætte	8	18.2	0.0	18.2	1	25.0	0.0	25.0
<i>Opsamlingsposer</i>								
Kuller	2679	6.9	13.0	1.0	3307	13.2	24.4	10.9
Torsk	2806	55.8	60.8	23.3	2348	82.3	84.8	66.4
Hvilling	1175	26.7	47.8	20.5	836	24.8	42.1	24.0
Sej	1	0.2	0.0	0.2	112	3.0	31.0	2.7
Rødtunge	78	64.5	79.2	42.9	18	66.7	72.2	55.6
Rødspætte	36	81.8	0.0	81.8	3	75.0	0.0	75.0

forsøgsfiskeriet inkluderet. I tillæg til kuller vil sej tilbageholdes særdeles effektivt af den selektive kuller trawl, mens fangsten af fladfisk vil reduceres betydeligt.

2.4 Forbedret størrelsesselektion i et kullertrawl

For at søge helhedsorienterede løsninger der både forbedrer arts og størrelsesselektionen i kullerfiskeriet, blev der gennemført en teoretisk undersøgelse af indflydelsen af netmaskers tråddykkelse på størrelsesselektion for kuller.

I de senere år har der været en tendens til at øge tråddykkelsen i netpaneler i fangstposer. En forventning om en negativ effekt på selektionen har ført til restriktioner i lovgivningen (EU regulativ 850/1998) om tilladte tråddykkelser. Det er dog ikke helt klart på hvilke måde, og i hvilket omfang, tråddykkelsen kan påvirke størrelsesselektionen af rundfisk som f.eks. kuller. Da det vurderes af betydning for en fortsat udvikling af selektive redskaber at opnå et større kendskab til de involverede mekanismer, blev der foretaget et teoretisk studie for kuller. En række simulerede trawltræk for fangstposer med forskellig trådtråddykkelse blev gennemført. Simuleringerne blev gennemført med anvendelse af simuleringsmodellen PRESEMO (Herrmann, 2005a). De simulerede resultater blev i det omfang det var muligt sammenlignet med eksperimentelt tilgængelige resultater. Studiet viste at det var muligt at forklare og forstå eksperimentelt opnåede resultater ud fra de simulerede resultater. Studiet viste at en øgning i tråddykkelsen reducerede L50 (50 % tilbageholdelses længde) som følge af at åbningsgraden i maskerne blev reduceret og at maskerne blev svære at deformere for fisk som forsøger at trænge igennem. Desuden blev det indikeret at net med højere tråddykkelse kunne repræsentere en større visuel barriere for fisk og dermed måske i større grad afholde nogle fra forsøg på at undslippe. Studiet viste at man for eksempel kunne forvente at selektionsfaktoren (L50/maskevidde) vil blive reduceret med ca. 0.18 for en øgning i tråddykkelsen på 1 mm.

2.5 Sammenfatning og anbefalinger

Det selektive kullertrawl fanger kuller over MM effektivt, samtidig med at fangsten af torsk reduceres betydeligt. Dette kan muliggøre en mere effektiv udnyttelse af kullerbestanden under mindre hensyntagen til bestandssituationen for torsk. Der observeres dog en betydelig dag og nat variation i redskabets evne til at reducere fangsten af torsk. På trods af dette vil det selektive kullertrawl, sammenlignet med kvadratmaske paneler, altid reducere fangsten af torsk relativt effektivt. Idet tabet af kuller over MM var meget begrænset, er det muligt at selektiviteten for torsk kan forbedres endnu mere, f.eks. ved at hæve trawlen yderligere, uden at det koster et væsentligt tab af kuller. Det anbefales at gennemføre flere forsøg for at afklare dette.

De fisk der undslipper den selektive kullertrawl forventes at have en særdeles høj overlevelse. Dette skyldes at fisk der undslipper trawlen sandsynligvis ikke kommer i kontakt med redskabet i væsentlig grad, som det f.eks. er tilfældet når mindre fisk undslipper gennem maskerne i et redskabs fangstpose.

Det eksperimentelle trawldesign vil enkelt kunne ændres til en kommerciel version, hvor de nedre opsamlingsposer fjernes og undertællen hæves ca. 80 cm over rubben. Et selektivt kullertrawl anvendes og håndteres med samme lethed som et almindeligt trawl. Der har den senere tid været gennemført nye udenlandske forsøg, hvor der er udviklet løsninger, der muligvis kan kombineres med denne trawl.

Man bør også sikre en god størrelsesselektion i det et selektivt kullertrawl. De konkrete teoretiske studier viser at trådtykkelsen er en vigtig parameter, der har betydning for størrelsesselektionen. Dette er en vigtig viden, idet at der har været en tendens til at trådtykkelsen i fangstposer øges.

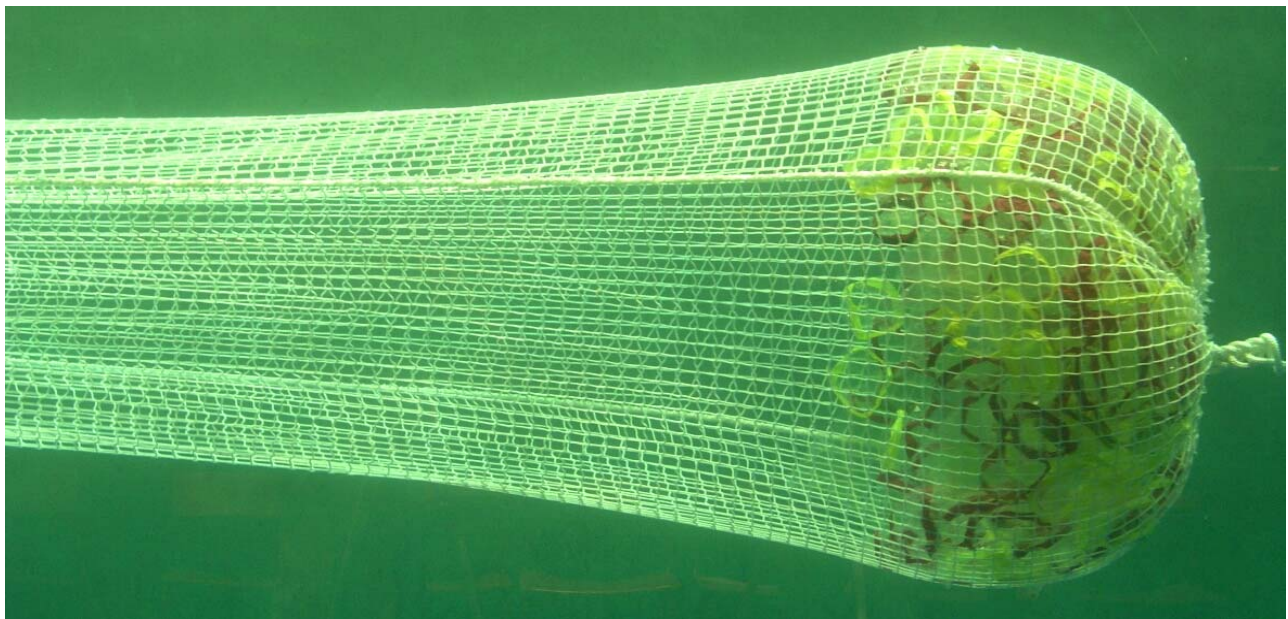
3. Delprojekt 2: forbedret størrelsesselektionen for jomfruhummere i trawl

3.1 Baggrund

Discarddata for jomfruhummerfiskeri viser en discard af jomfruhummer på 40 % og 50 % for Kattegat og Skagerrak respektive (DFU, 2003). Hovedparten af de jomfruhummere der discards vil dø (Wileman mfl., 1999). Selv om der i dag oftest anvendes større masker (90 mm) i jomfruhummerfiskeri end tidligere (70 mm), så er selektionen af jomfruhummer i en traditionel fangstpose ikke særligt effektiv. Det skyldes i høj grad jomfruhummerens irregulære kropsform, samt at den ikke aktivt vil forsøge at slippe gennem netmasker. Det resulterer i en selektionskurve der er relativt flad sammenlignet med selektionskurven for fisk (Madsen mfl., 1999; Brigs, 1986), og en øgning af maskevidden giver derfor ikke nødvendigvis en tydelig effekt. Hvis sorteringen kan gøres mere effektiv, ved at gøre selektionskurven mere stejl, øges fangsten af jomfruhummer over MM mens tilbageholdelsen af jomfruhummer under MM mindskes. Dermed opnår man muligheden for at mindske discarden, samtidigt med at fiskerens økonomi forbedres. Imidlertid mangler der grundlæggende basisviden om selektionsprocessen for jomfruhummer. Der er derfor et behov for at gennemføre kontrollable forsøg hvor forskellige maskeformer, effektivt kan testes inden der gennemføres forsøgsfiskeri med de selektive redskaber.

3.2 Forsøg med kvadratmaskepose og udvikling af en ny metodik til opsamling af udslip

I 2006 og 2007 blev der i alt foretaget 24 slæb hvor fangsterne i en fangstpose lavet af kvadratmasker blev sammenlignet med fangsterne i en konventionel fangstpose lavet af 90 mm diamantmasker. Kvadratmaskerne har den egenskab at de holder sig åbne under fiskeri og det er derfor lettere for jomfruhummer og rundfisk at slippe igennem dem. Vi valgte at teste den konventionelle 90 mm diamantmaske fangstpose mod en 70 mm kvadratmaske fangstpose, da begge redskaber må anvendes ifølge lovgivningen for fiskeri i Kattegat og Skagerrak.

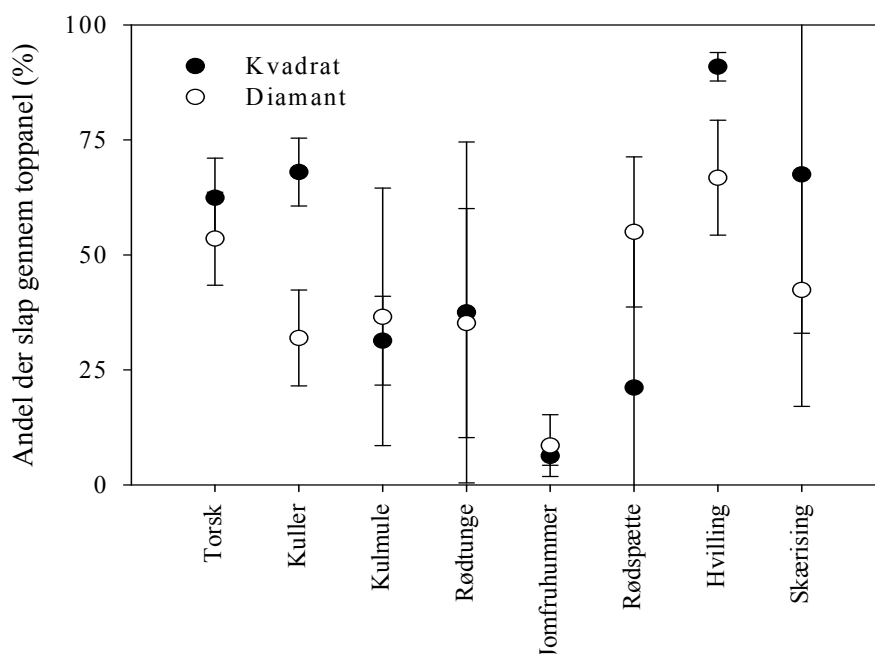


Figur 3.2.1. Billede af kvadratmaske fangstposen i prøvetank.

I fiskeri efter jomfruhummer er der bifangst af både rundfisk bl.a. torsk og forskellige fladfisk bl.a. rødspætte. På grund af deres forskellige tværsnitsform er små rundfisk gode til at slippe gennem kvadratmaskerne, mens fladfisk er bedre til at slippe igennem de traditionelle diamantmasker (Madsen mfl., 2006). Én masketype kan altså ikke tilgodese selektionen af alle arter og det er derfor relevant, at se på muligheden af at udnytte arternes adfærd til at sortere dem ud forskellige steder i redskabet. Tidligere undersøgelser har således vist at jomfruhummer primært triller langs bundpanelet (Main og Sangster, 1985a). For at kvantificere denne adfærd både for jomfruhummer og en række andre arter, blev der derfor udviklet en opsamlingspose, der var delt horisontalt så det var muligt at bestemme om nogle arter primært søger ud gennem bundpanelet eller toppanelet. En sådan undersøgelse har ikke tidligere været lavet.

I 2006 foregik undersøgelserne med Canopus (FN 234) og i 2007 med Mette Amalie (RS 30). Begge fartøjer er rigget til at fiske med to trawl og skipper og besætning har stor erfaring med jomfruhummerfiskeri i Kattegat og Skagerrak.

Fangsterne af 8 forskellige kommercielle arter blev analyseret både med hensyn til selektion og adfærd. Arternes adfærd i forbindelse med fangsten visualiseres ved at plotte forholdet mellem dem der går op, og derved tilbageholdes i øvre opsamlingspose, og dem der går ned. Af figur 3.2.2. ses det at de fleste arter udviser stor variation, mens få arter er mere specifikke i deres adfærd. Det sidste gælder for hvilling der primært slipper ud gennem toppen af redskabet og jomfruhummer, der primært slipper ud gennem bunden.



Figur 3.2.2. Vertikal adfærd i fangstposerne angivet som middelværdi med 95% konfidensinterval.

Tabel 3.2.2. Selektionsparametre for alle 8 arter i hhv. 2006 og 2007. Tal i parentes angiver 95 % konfidensintervallerne. Parameterestimerer er i cm for fisk og mm for jomfruhummer.

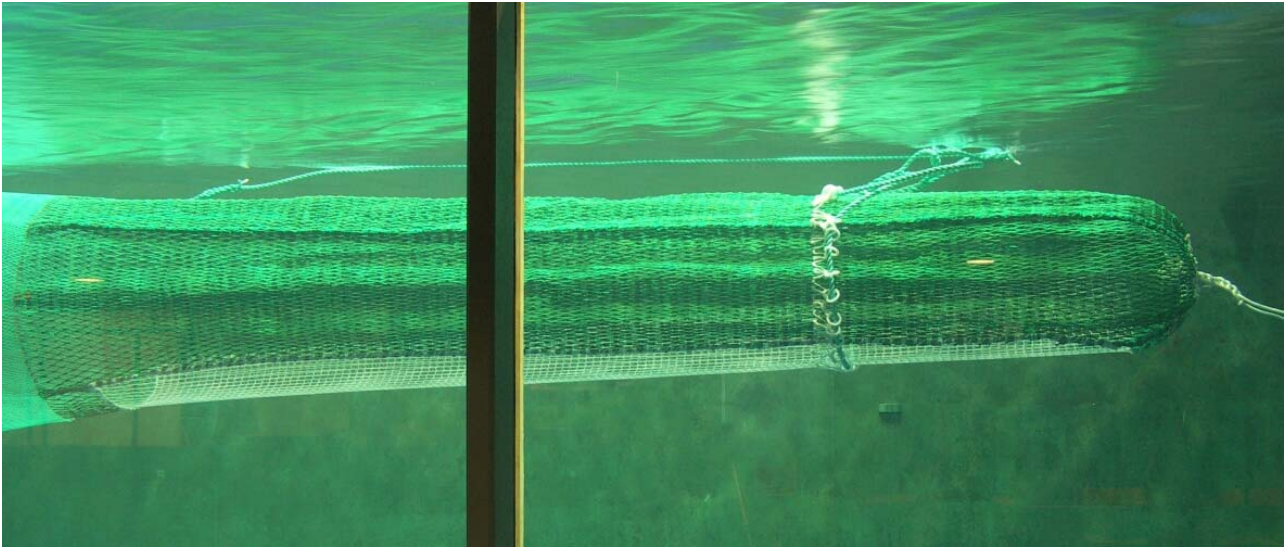
Art	År	Diamantmaske fangstpose		Kvadratmaske fangstpose	
		L50	SI	L50	SI
Torsk	2006	15.0 (14.3-15.7)	3.3 (2.6-4.0)	26.9 (26.2-27.6)	4.4 (3.6-5.2)
	2007	16.9 (14.0-19.7)	6.3 (3.6-8.9)	26.3 (23.8-28.9)	6.3 (3.6-8.9)
Kuller	2006	15.2 (14.7-15.7)	3.3 (2.9-3.6)	26.3 (25.2-27.4)	4.1 (3.5-4.7)
Kulmule	2006	14.4 (12.7-16.1)	6.0 (4.4-7.6)	34.7 (33.1-36.2)	6.0 (4.4-7.6)
Rødtunge	2006	23.5 (22.5-24.5)	3.3 (2.2-4.3)	19.3 (18.0-20.6)	3.3 (2.2-4.3)
Jomfruhummer	2006	16.7 (14.7-18.8)	14.7 (13.3-16.2)	41.2 (39.2-43.2)	14.7 (13.3-16.2)
	2007	18.4 (12.4-24.3)	11.7 (9.2-14.2)	31.0 (26.3-35.7)	17.9 (14.9-20.9)
Rødspætte	2006	19.1 (18.3-19.8)	3.5 (2.9-4.0)	14.6 (13.3-15.9)	3.5 (2.9-4.0)
	2007	19.8 (18.9-20.6)	3.6 (2.9-4.4)	13.9 (13.0-14.8)	2.3 (1.6-3.1)
Hvilling	2006	18.1 (17.3-18.9)	3.6 (3.4-3.8)	33.5 (32.5-34.5)	3.6 (3.4-3.8)
Skærsising	2006	23.8 (22.4-25.1)	2.7 (1.8-3.6)	18.6 (17.1-20.1)	2.7 (1.8-3.6)

Redskabernes selektive egenskaber, dvs. deres evne til at slippe små individer ud gennem maskerne, bestemmes ved at sammenligne længdefordelingerne af individerne i fangstposerne med det der er havnet i opsamlingsposerne. Selektionen tegnes som en logistisk (S-formet) kurve der kan beskrives vha. de to selektionsparametre; L50 og SI. L50 angiver længden af den fisk, der har 50 % chance for at slippe gennem maskerne i redskabet mens SI (selektions interval) angiver hvor stejl den logistiske kurve er. En lille SI betyder at kurven er stejl og det er derfor kun få længdegrupper, der ikke har 100 % chance for enten at blive fanget eller slippe ud. I forvaltningsøjemed er denne situation ønskværdig, da det giver mulighed for at minimere discard af individer under MM og samtidig maksimere udbyttet for fiskeren. Selektionsparametrene for de to redskaber er angivet i tabel 3.2.2. For nogle arter er der både estimerer for 2006 og 2007 og forskelle mellem de to år kan blandt andet skyldes forskellige fangstvægte, forskellige fartøjer eller forskellig årstid.

Det generelle billede er, at for alle rundfisk og for jomfruhummer er L50 signifikant større i kvadratmaske-fangstposen end i diamantmaske-fangstposen. For fladfiskene er det lige omvendt. For mange arter var der ikke signifikant forskel på SI i de to redskaber og i den anvendte model er der for disse arter bestemt en fælles SI. For torsk (2006), kuller og jomfruhummer (2007) er SI signifikant højere i kvadratmasken, men stigningen tilsvarende dog ikke stigningen i L50. Kvadratmaskerne vurderes derfor at have en samlet positiv effekt på selektionen af disse arter. Det samme gælder for de øvrige rundfisk. Forskellen i L50 for fladfiskene kan forklares af den forskellige maskevidde i kvadratmasken (70 mm) og diamantmasken (90 mm) og kun i ét tilfælde (rødspætte i 2007) er der en signifikant forskel i SI. Det vurderes derfor at de selektive egenskaber for fladfisk i de to redskaber er tilnærmelsesvis ens.

3.3 Udvikling af en fangstpose med selektionspanel

Baseret på forsøgene beskrevet i afsnit 3.2, blev det konkluderet at kvadratmasker har en positiv effekt på størrelsesselektionen af jomfruhummer. Desuden slap mellem 92 og 94 % af jomfruhummerne ud gennem det nederste panel i fangstposen. Da selektionen af fladfiskene var signifikant dårligere i de små kvadratmasker end i de større diamantmasker, blev det derfor besluttet at teste et redskab hvor vi kombinerede maskernes forskellige selektive egenskaber under hensyntagen til arternes forskellige adfærd. Et nyt koncept hvor fangstposen består af fire paneler blev udviklet. Fordelen ved det koncept er at det er nemmere at kontrollere orienteringen af fangstposen og man kan fx indsætte et panel der kun udfylder en fjerdedel af omkredsen, men



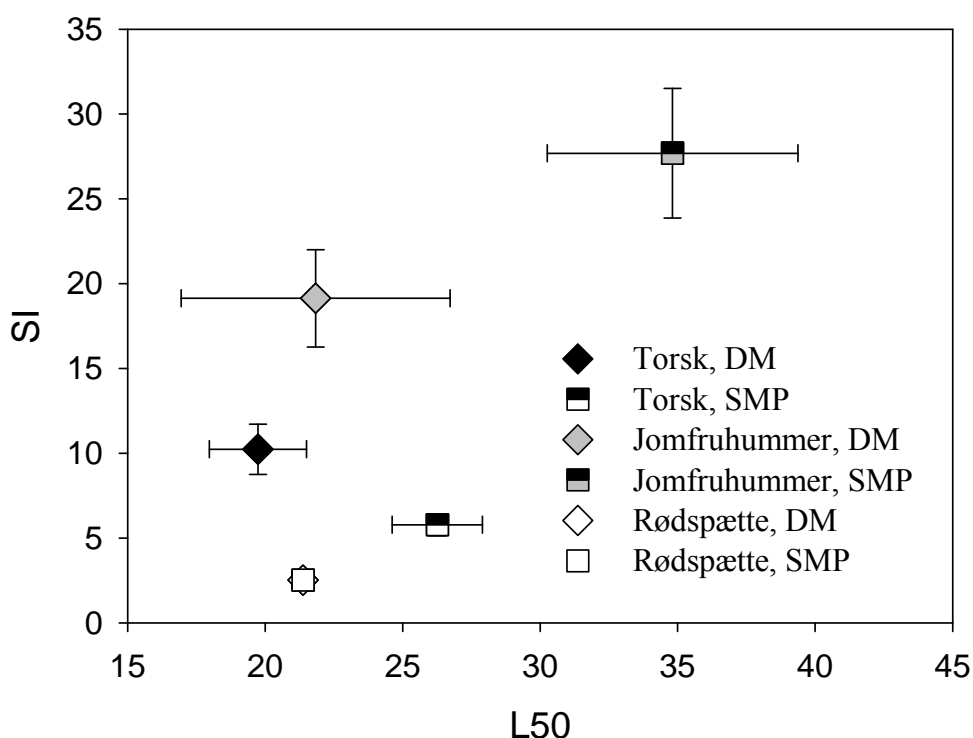
Figur 3.3.1. Inden forsøgsfiskeriet blev redskabet testet i prøvetank for at sikre at det ikke deformerede posen. Panelet er 5 meter langt og strækker sig bagud til ca. 30 cm foran bindestroppen.

dækker hele bunden eller toppen af fangstposen. Det nederste panel i fangstposen var lavet af 70 mm kvadratmaske mens det øverste panel og siderne var lavet af 90 mm diamantmasker. For at kvantificere effekten, blev den sammenlignet med en traditionel 90 mm diamantmaske-fangstpose.

Redskaberne blev testet om bord på Mette Amalie (RS 30) i 2007. Der blev gennemført i alt 15 slæb med hvert redskab og ligesom i det foregående forsøg, var der monteret en finmasket opsamlingspose omkring fangstposerne, så selektionsparametrene kunne bestemmes. Metodik hvor der anvendes opsamlingsposer i begge sider er at foretrække frem for anvendelse af en finmasket fangstpose i den ene side at et totrawlssystem, fordi selektionsparametre derved kan bestemmes med større sikkerhed (Herrmann mfl., 2007).

Et plot af selektionsparametrene er vist i figur 3.3.2. Selektionen i 90 mm diamantmasken var generelt lidt bedre end det der blev fundet i det foregående forsøg. Dette skyldes sandsynligvis at tråddykkelsen af netmaterialet var mindre (2x4 mm mod 2x5 mm). Med det nye selektive fangstposekoncept med et sorteringspanel i bunden, opnåedes en L50 for jomfruhummer der var meget lig selektionen i en ren 70 mm kvadratmaske fangstpose og altså betydeligt bedre end i en ren diamantmaske fangstpose. Dog var SI værdien højere (L50 = 34.8 mm, SI = 27.7 mm). For torsk var der ingen forskel på selektionen i fangstposen med panelet og i den rene 70 mm kvadratmaske fangstpose, mens selektionen af rødspætter var helt identisk i fangstposen med panelet og i 90 mm diamantmasken. I adfærdsstudiet i det foregående forsøg fandt vi at både torsk og rødspætte benytter sig af begge paneler når de slipper gennem maskerne. Dette forsøg bekræfter at begge arter er i stand til at opsøge det panel der tilbyder den bedst mulige selektion for arten. Dette redskab formår altså at kombinere de positive egenskaber fra begge masketyper.

Det danske MM for jomfruhummer er 40 mm rygskjoldlængde. L50 for fangstposen med panelet ligger tæt på dette mindstemål og på grund af den flade selektionskurve betyder dette at der er en



Figur 3.3.2. Selektionsparametre for 90 mm diamantmaske fangstpose (DM) og 70 mm kvadratmaskepanel i bunden af fangstposen (SMP) for torsk, jomfruhummer og rødspætte. Begge parametre er i cm for torsk og rødspætte og i mm skjoldlængde for jomfruhummer. 95% konfidensinterval er angivet.

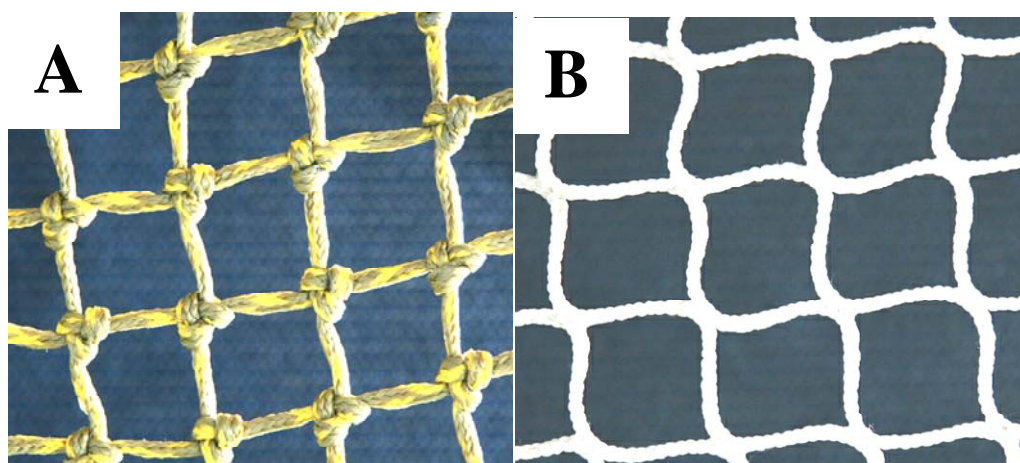
del af de jomfruhummer der er over mindstemålet der slipper ud gennem maskerne. I antal er det ca. 26 % af jomfruhummerne over målet der mistes hvilket uvilkårligt vil påvirke fiskerens økonomi.

3.4 Optimering af fangstpose med selektionspanel

Det foregående forsøg viste at det var muligt at kombinere forskellige masketyper på en måde så alle de undersøgte arter fik optimeret selektionen. Dog undslap en del jomfruhummer over MM. Vi arbejdede derfor videre med redskabet men bevarede selve ideen med at erstatte det nederste panel i fangstposen med kvadratmasker. I de tidligere forsøg havde vi testet en 70 mm kvadratmaske lavet i et relativt fint knudeløst materiale. Det er det samme materiale, der oftest anvendes af svenskerne i kombination med jomfruhummerristen. For at undgå tabet af jomfruhummer valgte vi at gå ned til 60 mm i maskestørrelse og da fiskere og vodbindere havde udtrykt bekymring for holdbarheden af netmaterialet, gik vi også op i trådtykkelse (figur 3.4.1.).

Redskabet blev testet i september 2007 med Mette Amalie (RS30) hvor i alt 10 slæb blev gennemført.

Resultatet af denne tilpasning af redskabet betød at tabet i antal af jomfruhummer over målet blev halveret til 13 % mens udslippet af jomfruhummer under MM blev reduceret fra 43 % til 37 %. Til sammenligning slipper ca. 6 % af jomfruhummerne over MM og 24 % af jomfruhummerne under MM gennem maskerne på en konventionel 90 mm diamantmaske fangstpose.



Figur 3.4.1. Netmaterialet brugt som panel i nærværende (A) og foregående (B) forsøg. Bemærk forskel i tråddykkelse og knuder. Strakt maskevidde er hhv. 60 mm (A) og 70 mm (B).

Da rødspætteerne primært slipper ud gennem diamantmaskerne, er det ikke overraskende at selektionsparametrene for denne art stort set er upåvirket af at kvadratmaskepanelet er blevet ændret (tabel 3.4.1). Omvendt har reduktionen i maskestørrelse en negativ effekt på L50 for torsk der er faldet 3.1 cm. Selektionen for torsk er altså reduceret i forhold til hvis der blev fisket med en 70 mm kvadratmaske, men den er stadig statistisk signifikant bedre end for en konventionel 90 mm diamantmaske fangstpose. Ligeledes er L50 for jomfruhummer reduceret i forhold til 70 mm kvadratmaske panelet, men også denne er fortsat bedre end i en 90 mm diamantmaske fangstpose. Desuden er der en markant reduktion i SI for jomfruhummer ved brug af det nye 60 mm panel i forhold til 70 mm panelet. Årsagen til denne reduktion er uklar og kan hverken ses for torsk eller rødspætte.

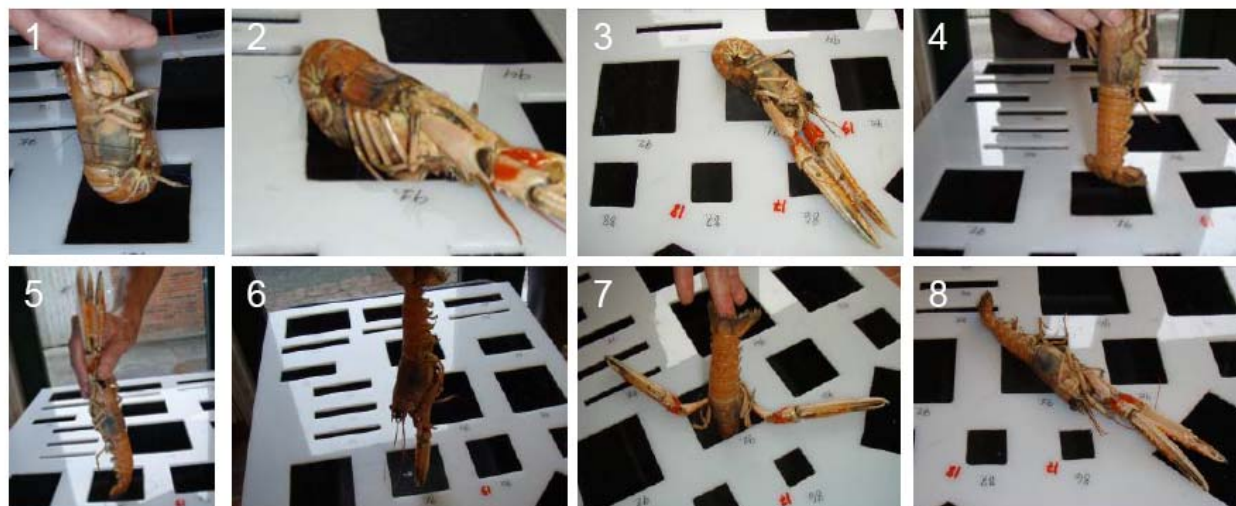
På grund af størrelsesafhængig variation af de morfologiske parametre mellem individerne, vil en øgning i L50 også afstedkomme en øgning i SI (Madsen, 2007). Ved at sammenholde de to parametre kan man derfor afgøre om en øgning i SI er over eller under hvad man kunne forvente alene ud fra ændringen i L50. I tabel 3.4.1 ses det at fangstposen med et 60 mm kvadratmaskepanel i bunden konsekvent opnår den højeste værdi for L50/SI. En stigning i SI for dette redskab er altså relativt mindre end stigningen i L50 hvorfor nettoeffekten på selektionen vurderes at være positiv.

Tabel 3.4.1. Selektionsparametre for det nye redskab med 60 mm kvadratmaske bundpanel samt sammenligning af relationerne mellem L50 og SI for 70 mm kvadratmaskepanelet og fangstposen bestående af 90 mm diamantmasker. Tal i parentes angiver 95 % konfidensintervallerne. Parameter estimater er cm for fisk og mm for jomfruhummer.

	60 mm panel			70 mm panel	90 mm diamant
	L50	SI	L50/SI	L50/SI	L50/SI
Torsk	23.1 (21.5-24.7)	4.5 (3.6-5.5)	5.11	4.54	1.93
Jomfruhummer	28.6 (24.8-32.4)	18.7 (15.4-21.9)	1.53	1.26	1.14
Rødspætte	22.0 (21.7-22.3)	2.4 (2.2-2.7)	9.16	8.45	8.45

3.5 Simuleringsforsøg til test af forbedret størrelsesselektion

I 2007 blev der gennemført et laboratorieforsøg for at indsamle data til simulering af forskellige redskabers størrelsesselektion af jomfruhummer. Idet jomfruhummers svømmeevne er begrænset i forhold til fiskeredskabets hastighed, antages det at individerne er relativt passive i fangstprocessen og at deres orientering i forhold til netpanelerne derfor er mere eller mindre tilfældig.







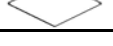


Figur 3.5.1: Laboratorieforsøg hvor 8 forskellige orienteringer af jomfruhummer bliver undersøgt.

Dette gør størrelsesselektionen mere kompliceret at simulere, da det betyder at en lille jomfruhummer kan tilbageholdes i en relativt stor maske hvis den fx rammer masken med klosaksene drejet ud til siderne. Omvendt kan en stor jomfruhummer slippe gennem en lille maske hvis den rammer masken optimalt.

I laboratoriet undersøgte vi om jomfruhummer orienteret på 8 forskellige måder kunne slippe igennem en given maske eller ej. Analyse af data viste at en kombination af 3 af disse 8 orienteringer kunne forklare størstedelen af selektionsprocessen inklusive den høje værdi af SI der er kendetegnende for selektionen af jomfruhummer. En simpel analyse bekræfter dels at maskeformen er vigtig for selektionen af jomfruhummer, og dels at jomfruhummernes irregulære

Tabel 3.5.1. Relation mellem maskeform samt maskestørrelse og jomfruhummerens mulighed for at undslippe gennem masken. Rygskjoldslængde er angivet for den største jomfruhummer der slap igennem.

Maskeform	Åbningsvinkel	Maskestørrelse (mm)	Rygskjoldslængde af største jomfruhummer (mm)
	90	60	43.5
	145	60	45.8
	90	70	52.5
	145	70	54.8
	15	90	< 22
	30	90	40.1
	50	90	54.8

morfologi er begrænsende for hvor stejl selektionskurven kan gøres ved brug af forskellige netpaneler.

Den faktiske form af masken har altså stor betydning for om fisk og jomfruhummer kan slippe ud. Simuleringsforsøg har vist at ved en total fangstvægt på omkring 500 kg, vil åbningsvinklen af diamantmasker i de bagerste 3 meter af fangstposen ligge mellem 15 og 50 grader. Derimod er formen af kvadratmaskerne stort set uafhængige af fangstvægten da de er orienteret således at alt trækkes fordeles i de stolper der er parallelle med fiskeretningen. De stolper der er på tværs af fiskeretningen hænger derimod løst og kan derfor deformeres så masken nærmest bliver sekskantet (tabel 3.5.1).

I laboratorieforsøgene fandt vi at en jomfruhummer har størst chance for at slippe gennem en maske, hvis den slipper ud med halen først. Dette er altså den ”optimale orientering” og den repræsenterer et maksimum for størrelsen af jomfruhummer, der kan slippe gennem en given maske. Af tabel 3.5.1 ses det at åbningsgraden, specielt for diamantmasken, er meget vigtig for maksimumstørrelsen af jomfruhummer, der kan slippe igennem de enkelte masker. End ikke de mindste jomfruhummere, der var med i forsøget (<20 mm), kunne slippe gennem en 90 mm diamantmaske med 15 graders åbning.

3.6 Sammenfatning og anbefalinger

På trods af at der er sket en øgning af maskevidden til 90 mm så viser forsøgene med denne konventionelle fangstpose at en stor andel af jomfruhummer under MM stadig tilbageholdes. Dette underbygger de høje discard-tal for jomfruhummer, der er rapporteret for fiskeriet.

De tre praktiske forsøg samt simuleringsforsøget viser at det er muligt at påvirke selektionen af jomfruhummer igennem ændring af såvel maskevidde som maskeform i fangstposen.

Den udviklede opsamlingspose fremskaffede ny vigtig information i forhold til at kunne forbedre selektionen for jomfruhummer samtidigt med, at den forbedres eller holdes uændret for andre vigtige arter. Helt konkret blev denne viden omsat i praksis ved udviklingen af et nyt koncept med en fangstpose med firkantet sektion og et sorteringspanel i bunden som viste sig at forbedre selektionen.

Forsøgene dokumenterer også at disse foranstaltninger alene ikke kan løse problemet med den høje discard i jomfruhummerfiskeriet. Dette skyldes at selektionskurven for jomfruhummer i alle redskaberne er så flad, at en mærkbar reduktion i discarden også vil medføre en reduktion i fangsten af jomfruhummer over MM. Den mest optimale selektion for torsk, rødspætte og jomfruhummer blev fundet for redskabet beskrevet i sektion 3.4, hvor en fangstpose af 90 mm diamantmaske fik indsat et 60 mm kvadratmaskepanel i bunden. Sammenlignet med en almindelig 90 mm fangstpose slap dette redskab flere torsk og jomfruhummer under MM ud, mens selektionen af rødspætte var uændret.

En alternativ løsning til konceptet udviklet i dette forsøg er at anvende en traditionel fangstpose med to paneler, hvor underpanelet er et 60 mm kvadratmaskepanel. Ulempen er et at selektiviteten vil være ringere for rødspætte. En anden mulig løsning er at anvende knudeløst net i kvadratmaskepanelet med en relativ tyk tråd. Det må forventes at dette vil holde endnu bedre end det net vi anvendte, fordi knuderne slides mod fartøjet når fangsten hales ombord.

Redskabet var stabilt og ukompliceret at fiske med og det vurderes at det kraftige materiale i panelet giver det en acceptabel holdbarhed.

4. Delprojekt 3: forbedring af artsselektionen i jomfruhummertrawl

4.1 baggrund

Forud for dette projekt blev det konstateret at fiskeriindsatsen er steget betydeligt i jomfruhummerfiskeriet (Munch-Petersen, 2003). Fiskeriet er ikke særligt selektivt og der blev konstateret en betydelig discard i jomfruhummerfiskeriet i Skagerrak i perioden 1995-2001. Den blev opgjort til 66 % for torsk, 54 % for rødspætter, 79 % for kuller og 98 % for hvilling (DFU, 2003). Et lignende billede var gældende i Kattegat (DFU, 2003). Maskevidden er dog øget fra 70 mm til 90 mm i selve fangstposen, men det er stadig et stykke under de 120 mm der anvendes til konsumfiskeri i Nordsøen. Et 120 mm sorteringsvindue samt en sorteringsrist er i dag implementeret i lovgivningen (Krag mfl., 2008). Det forventes, dog at målrettet udviklingsarbejde kan forbedre selektiviteten for et sorteringsvindue yderligere. Dette kan gøres ved i højere grad, at udnytte den forskel der er i jomfruhummerens adfærd i forhold til fisk. Til forskel fra fisk triller jomfruhummeren langs bunden af trawlen (Main and Sangster, 1985a; Main and Sangster, 1985b; Thorsteinsson, 1986). Det har også vist sig muligt at koncentrere jomfruhummerfangsten i bunden af redskabet (Madsen og Hansen, 2001; Graham and Ferro, 2004).

Sorteringsristen anvendes af en del svenske fartøjer, der fisker jomfruhummer i Kattegat og Skagerrak. Et problem ved sorteringsristen er, at de største og mest værdifulde, jomfruhummer udsorteres. Derfor er der et behov for et målrettet udviklingsarbejde for at løse dette problem af hensyn til fiskeriets økonomi.

4.2 Udvikling af et selektivt jomfruhummertrawl koncept

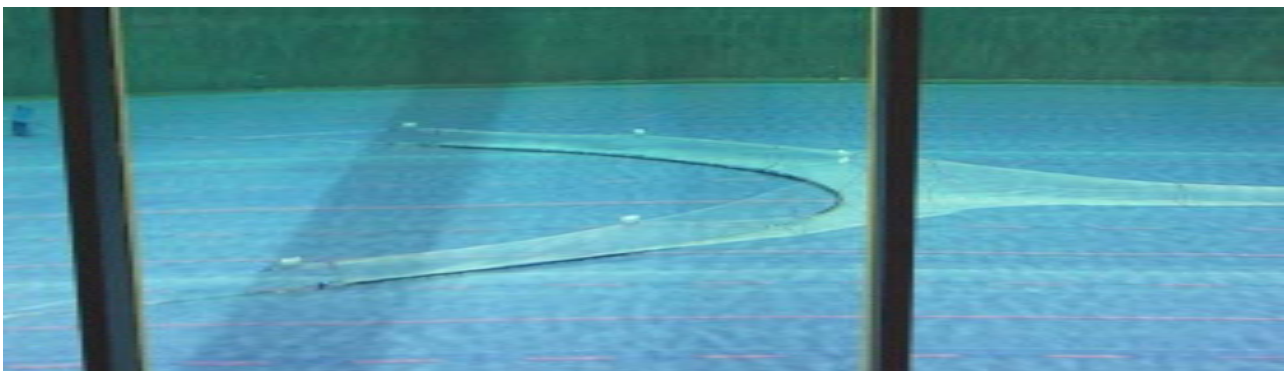
Formålet med at udvikle et selektivt jomfruhummertrawlkoncept er at maksimere fangsten af jomfruhummere og minimere fangsten af andre arter herunder specielt torsk. Dette opnås dels ved at sørge for at der kommer færre fisk ind i trawlen, samt at de fisk der alligevel kommer ind i trawlen lettere kan undslippe redskabet. I det udviklede trawlkonceptet er der lagt vægt på at opnå en høj fangsteffektivitet af jomfruhummer, ved en relativ lav slæbemodstand, da denne kan være afgørende for fartøjets brændstofforbrug under fiskeri. Kvaliteten og størrelsen af de fisk trawlen fanger ønskes forbedret, således at fangstværdien i fiskeriet optimeres.

Der er udviklet et trawlkoncept bestående af en serie designændringer i trawlet. Trawlkonceptet sammenlignes med en standard jomfruhummertrawl i et fangstsammenlignings forsøg. De elementer der indgår i trawl konceptet er anført herunder:

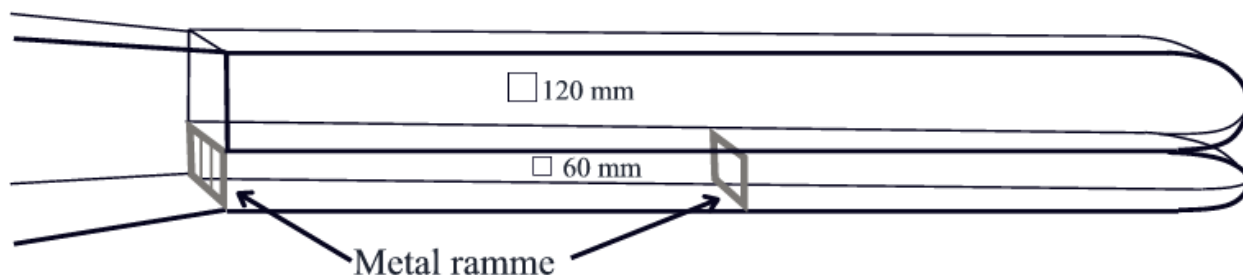
- *Øget fangstareal for jomfruhummer.* På grund af jomfruhummernes ringe svømmeevne forventes disse kun at blive fanget effektive i området mellem trawlens vinger. Ved at forlænge trawlens vinger kan arealet hvor jomfruhummere fanges effektivt øges.
- *Reduceret fangstareal for fisk.* Da fisk modsat jomfruhummer fanges relative effektivt på arealet mellem redskabets skovle ønskes afstanden mellem trawlens vinger og skovle reduceret så meget som muligt, således at jomfruhummer/fisk forholdet forbedres. Trawlen blev fremstillet til at kunne fiske med 10 m mellemliner hvor der normalt anvendes 100-200

m mellemliner. Flere fisk vil dermed kunne undslippe redskabet uden at komme i direkte kontakt med dette.

- *Reducering af redskabets tag og højde på overtællen.* Trawlens tag er skåret tilbage til undertællen og højden på trawlen er reduceret. Flere arter fisk, som kuller og hvilling, svømmer opefter idet de kommer ind i trawlen. Disse arter vil lettere kunne undslippe trawlen efter at trawlens tag er fjernet.
- *Stormasket overpanel.* Jomfruhummer triller langs trawlens underpanel og forventes derfor ikke at komme i kontakt med redskabets top panel. Dette er derfor udført i 200 mm diamant masker i stedet for 90 mm, der normalt anvendes. Dette forventes at bidrage til at reducere redskabets slæbemodstand og muliggør at rundfisk som torsk, sej, kuller og hvilling kan undslippe gennem de store masker.
- *Delt fangstpose hvor fisk og jomfruhummer adskilles.* Redskabets forlængerstykke og fangstpose deles horisontalt i to, en nedre fangstpose til jomfruhummer fremstillet i 60 mm kvadrat maske og en øvre fangstpose til fisk i 120 mm kvadrat maske (figur 4.2.2). En metalramme med en bredde på 90 cm og en højde på 30 cm garanterer en stabil åbning på den nedre fangstpose. Metalrammen er forsynet med to vertikale tremmer med en indbyrdes afstand på 30 cm. Disse er monteret for at stimulere fisk til at søge op i den øvre fangstpose, mens jomfruhummere frit kan passere igennem tremmerne og tilbageholdes i den nedre fangstpose. Mellem første metalramme og fangstposens bindestrik var der yderligere en metalramme på 30x90 cm placeret. Denne ramme var uden vertikale tremmer, da dennes funktion udelukkende var at sikre fri passage i den nedre fangstpose. Forlængerstykket og selve fangstposen blev fremstillet af fire paneler for at opnå en kvadratisk sektion med en flad bund, hvorpå jomfruhummerne kan trille. Kvaliteten af specielt fiskefangsten forventes forbedret med den delte fangstpose idet fisken adskilles fra jomfruhummerne og andre invertebrater, der kan påføre fisk klemskader og mekanisk slitage under fangstprocessen.



Figur. 4.2.1. Billede fra prøvetanken i Hirtshals af arts selektive jomfruhummertrawl.



Figur 4.2.2. Horisontal delt fangstpose. En 60 mm kvadratmaske fangstpose nederst til jomfruhummer og en 120 mm kvadratmaske fangstpose øverst til fisk. Standard trawlen var ligeledes horisontalt delt men her var begge fangstposer fremstillet i 50 mm kvadratmasker. Forlængerstykket og fangstposen er fremstillet i 4 paneler for begge trawl.

Den selektive jomfruhummertrawl blev sammenlignet med et 420 maskers jomfruhummertrawl, der anvendes til fiskeri efter jomfruhummer af det chartrede fartøj Keldsnor (O 91). Trawlens forlængerstykke og fangstposen blev erstattet med en opdelt firepanels sektion, med identiske mål og metalrammer, som anvendt i den selektive trawl. Både den nedre og den øvre fangstpose i standard trawlen blev dog fremstillet i 50 mm kvadrat masker for at tilbageholde alle de arter og størrelser, der var tilgængelige for trawlen. Ved at anvende en lille maskestørrelse i standard trawlen kan den vertikale størrelsesfordeling af fisk og jomfruhummer bestemmes.

Totrawlsystemet var under fiskeri udstyret med akustiske sensorer, således at de to trawls individuelle geometri løbende kunne følges under fiskeriet. Det viste sig at være vanskeligt at opnå optimalt spil på den selektive trawl under praktisk fiskeri. Den selektive trawl burde kunne opnå et større spil end standard trawlen. Der var i tillæg indikationer på at vingerne på den selektive trawl ikke fiskede stabilt. Begge forhold bidrager til at reducere fangsteffektiviteten for den selektive trawl. Noget af forskellen i fangstandelen mellem de to trawl skyldes formentlig disse forhold (tabel 4.2.1). En direkte sammenligning mellem standard trawlen og den selektive jomfruhummertrawl er derfor ikke umiddelbart mulig.

Fordelingen af fangsten mellem den øvre og den nedre fangstpose i standard trawlen viser, at 88 % af jomfruhummer over MM fanges nederst sammen med under 40 % af torskene (tabel 4.2.1). Dette muliggør at størstedelen af jomfruhummerne tilbageholdes effektivt samtidig med, at majoriteten af torsk kan udsættes for en mere passende maskeselektion uden der skal tages hensyntagen til tab af jomfruhummere, hvilket vil være tilfældet hvis maskestørrelsen i en standard fangstpose hæves

Tabel 4.2.1. Fangster for hver af de to trawl. Procentvis fordeling af fangsten over og under MM for hver trawl.

	Standard trawl						Selektiv trawl					
	Øvre fangstpose			Nedre fangstpose			Øvre fangstpose			Nedre fangstpose		
	Total (antal)	<MM (%)	≥MM (%)	Total (antal)	<MM (%)	≥MM (%)	Total (antal)	<MM (%)	≥MM (%)	Total (antal)	<MM (%)	≥MM (%)
Jomfruhummer	366	5.6	11.8	5118	94.4	88.2	46	2.0	2.0	2275	98.0	98.0
Torsk	1064	58.9	62.4	673	41.1	37.6	156	15.9	42.2	241	84.1	57.8
Rødspætte	552	19.6	52.7	2084	80.4	47.3	228	21.3	86.1	341	78.7	13.9

(Krag mfl., 2008). Ved at anvende en 120 mm kvadratmaske i den selektive trawls øvre fangstpose blev fangsten af torsk under MM reduceret betydeligt (tabel 4.2.1).

De fisk der blev fanget i den øvre 120 mm kvadratmaske fangstpose vurderes visuelt til at være af højere kvalitet end fisk fanget i den nedre fangstpose. Fiskenes skæl var intakte og der blev ikke observeret skader forårsaget af jomfruhummere eller tegn på mekanisk slitage, hvilket ofte forekommer på fisk fanget i jomfruhummerfiskeriet.

4.3 Udvikling af et artsselektivt koncept: sorteringsboksen

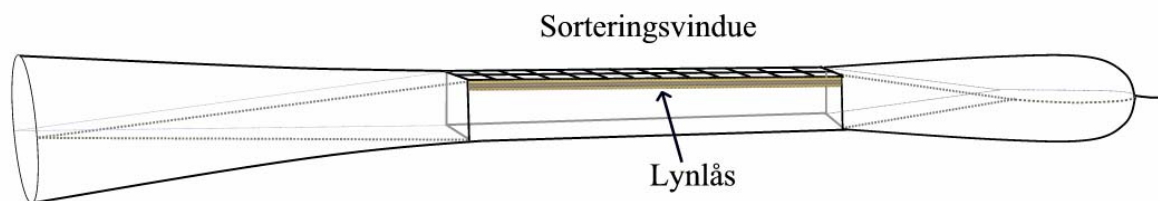
Et 120 mm sorteringspanel blev testet under forsøg i Kattegat og Skagerrak (Krag mfl., *i tryk*) og kom efterfølgende ind i lovgivningen. Sorteringspanelet anvendes i dag af mange fartøjer der fisker i Kattegat og Skagerrak. Sorteringspanelet er dog ikke helt så effektivt til at sortere torsk som ønsket. Derfor igangsatte vi et større udviklingsarbejde med henblik på at udvikle et nyt koncept specielt for at forbedre selektionen for torsk.

Tidligere forsøg har vist at et sorteringsvindue sorterer torsk bedre, hvis det flyttes fra en placering fra 6-9 meter til 3-6 meter fra enden af fangstposen (Krag mfl., 2008). I Østersøens torskefiskeri er ”BACOMA” sorteringsvinduet placeret helt tilbage til enden af fangstposen af samme årsag (Madsen, 2007). Problemet med at flytte sorteringsvinduet bagud, er at det resulterede i et større tab af jomfruhummer (Krag mfl., 2007).

Gennem forsøgene gennemført i afsnit 3.2 så vi tydeligt, at jomfruhummer primært undslipper gennem bundpanelet af fangstposen.

For at forbedre selektionen for torsk uden at påvirke selektionen for jomfruhummer blev der gennemført et større udviklingsarbejde, hvor målene var: 1) at rykke sorteringsvinduet så langt bagud som muligt; 2) at stabilisere fangstposen og kontrollere hvad der er op og ned, således at jomfruhummer holdes væk fra sorteringspanelet; 3) at teste større maskevidder i panelet end dem der anvendes i dag; 4) at finde en fleksibel løsning der, betyder at panelet kan justeres alt efter behov for at sortere.

Flere forskellige tilgange blev testet i prøvetanken og til søs fra et kommercielt fartøj. Det koncept der fungerede bedst er vist i figur 4.3.1. Princippet består i, at der indsættes en firkantet sektion der består af fire netpaneler. Derved kan man bedre kontrollere hvad, der er op og ned. Dette kan



Figur 4.3.1. Illustrering af sorteringsboks konceptet.

ydermere justeres ved at opdrift eller vægt. Sorteringsvinduet er 3 meter langt og placeret ca. 2.5 m fra enden af fangstposen under fiskeri. Siderne i boksen er som udgangspunkt omkring 45 cm i højde/bredde, men det afhænger af maskens åbningsgrad.

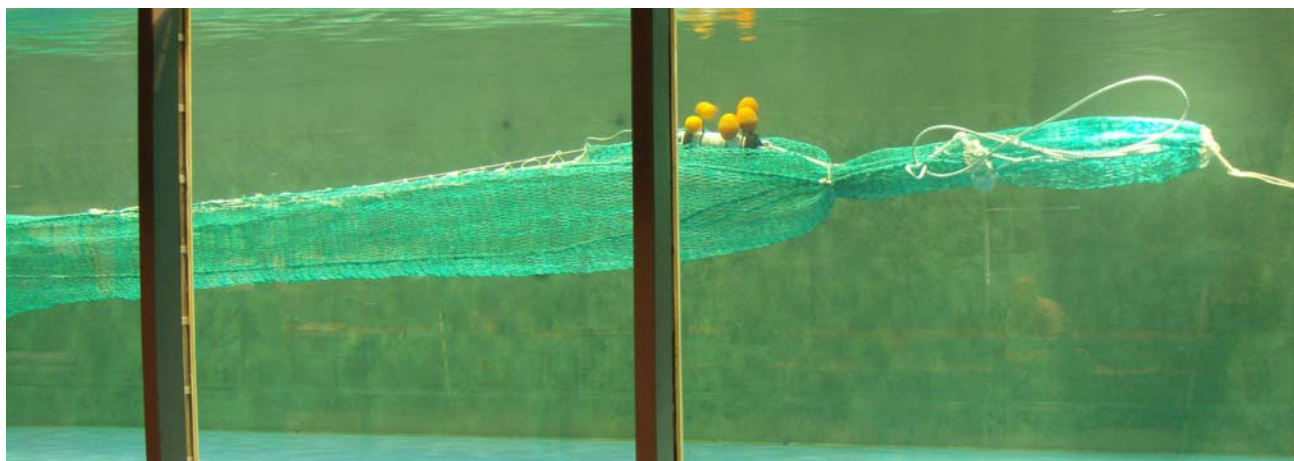
4.4 Forsøg med akustiks udløser og sorteringsboks med 300 mm masker

Gennem dette forsøg blev mulighederne for at mindske distancen fra enden af sorteringsvinduet til enden af fangstposen testet. Teorien er, at de torske der passerer sorteringsvinduet uden at slippe ud vil stoppe op igen og vende rundt, når de kommer til enden af fangstposen. En kort afstand vil gøre det nemmere for torsken at se og finde fremad igen til sorteringsvinduet.

Princippet i forsøget er at halvdelen af fangstposen afsnøres med et reb der fastholdes af en akustisk udløser. Pladsen bagved sorteringsvinduet er netop stor nok til at sikre at fangsten, specielt jomfruhummer, ikke kommer i kontakt med sorteringsvinduet mens trawlen slæbes. Når der skal hales slipper den akustiske udløser rebet så fangsten kan falde tilbage. Dette mindsker sandsynligheden for at fangsten kommer i kontakt med sorteringsvinduet, når trawlen hales tilbage mod fartøjet. I den periode vil der ofte være slæk i redskabet og fangsten kan bevæge sig fremad imod sorteringsvinduet. Sorteringsboksen med den akustiske udløser blev sammenlignet med en tilsvarende sorteringsboks uden en akustisk udløser. Dvs. de to sorteringsbokse var identiske, efter at den akustiske udløser var udløst.

Resultaterne er vist i tabel 4.4.1 herunder. Tabellen viser at meget få torske, både under og over MM, blev tilbageholdt. Der er kun beskedne forskelle mellem fangstposen med og uden akustisk udløser.

Færre rødspætter over MM tilbageholdes end forventet. Dette indikerer at rødspætter også kan søge ud af et sorteringsvindue. Fangstposen med den akustiske udløser tilbageholder lidt flere rødspætter over MM end fangstposen uden.



Figur 4.4.1. Sorteringsboks med akustisk udløser placeret bagved sorteringsvinduet. Opdrift (2 kg) i form af orange kugler holder den akustiske udløser neutral.

Tabel 4.4.1. Oversigt over hvor mange der fanges, tilbageholdes og undslipper sorteringsbokse med og uden akustisk udløser (AU).

		Total (antal)		Undslap (%)		Tilbageholdt (%)	
		Uden AU	AU	Uden AU	AU	Uden AU	AU
Torsk	<MM	1570	1590	93.4	93.3	6.6	6.7
	≥MM	212	255	85.8	87.1	14.2	12.9
	Total	1782	1845	92.5	92.4	7.5	7.6
Rødspætte	<MM	749	807	82.1	74.7	17.9	25.3
	≥MM	588	671	85.2	79.1	14.8	20.9
	Total	1337	1478	83.5	76.7	16.5	23.3
Jomfruhummer	≥MM	3401	3685	33.9	36.7	66.1	63.3

Tilbageholdelsen af jomfruhummere over MM er lavere end andre forsøg, hvor der blev anvendt konventionelt dobbelttrådet net (Tabel 5.2.1). Det enkelttrådede net anvendt i dette forsøg må forventes at være mere selektivt. Det kan dog ikke udelukkes helt at nogle jomfruhummer også slipper ud af sorteringsvinduet. Forskellen mellem de to sammenlignede fangstposer er relativt beskednen.

4.5 Forsøg med sorteringsboks med 400 mm masker

Sorteringsbokskonceptet blev udviklet yderligere. Til forskel fra det forrige forsøg er sorteringsvinduet nu monteret med en lynlås ved langsiden, således at det kan udskiftes hurtigt (figur 4.3.1). En anden forskel er at nettet var dobbelttrådet (4 mm) af samme type som anvendes i en konventionel fangstpose, således at det i højere grad er muligt at sammenligne jomfruhummerfangster. Som forventet viste en test i en prøvetank, at det stivere net i at fangstposen trak sig sammen og ikke stod særligt pænt i forhold til det tidligere forsøg. Derfor blev der fastgjort 3 kg vægt bestående af et 3 m langt blytov i hver af de to underste sømme i området under sorteringsvinduet. Dette forhindrede at fangstposen lukkede for meget sammen i området ved sorteringsvinduet.

Der blev gennemført 11 træk med Mette Amalie (RS 30), hvor der blev fisket med sorteringsboksen placeret i en opsamlingspose. Resultaterne for de tre vigtigste kommercielle arter er vist i tabel 4.5.1. Udsorteringen af torsk var meget høj. Omkring 90 % af torskene over MM undslap og endnu

Tabel 4.5.1. Oversigt over hvor mange individer der kommer ind i fangstpose og hvor mange der tilbageholdes.

	Torsk			Rødspætte			Jomfruhummer		
	<MM	≥MM	Tot	<MM	≥MM	Tot	<MM	≥MM	Tot
Indkomne (antal)	1156	1942	3098	2323	205	2528	24601	4087	28688
Tilbageholdt (%)	6.5	10.4	8.9	5.2	8.3	5.5	40.0	72.0	44.6

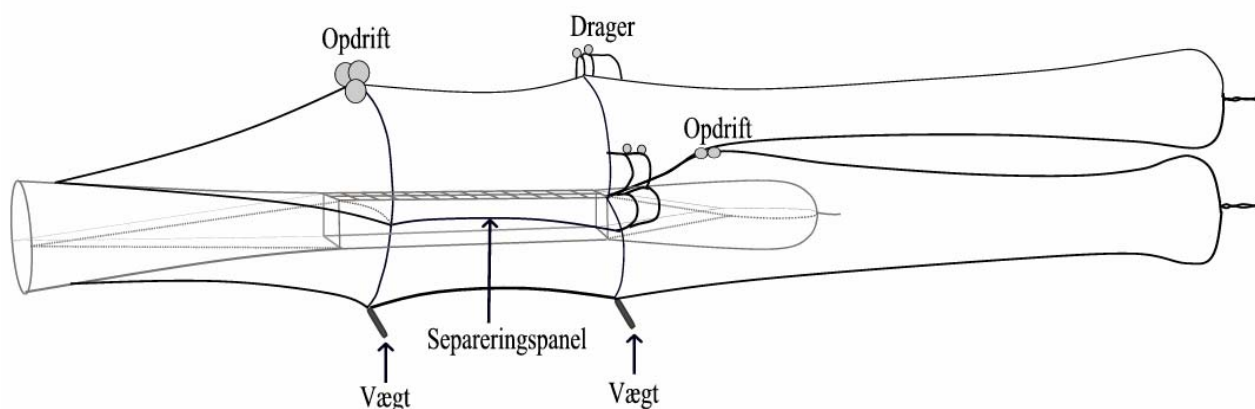
Tabel 4.5.2. Oversigt over øvrige kommercielle arter over MM.

	Sej	Kuller	Skærrising	Slethvar	Tunge
Indkomne (antal)	455	23	49	47	7
Tilbageholdt (%)	5.1	0.0	4.1	38.3	42.9

flere under MM. Overraskende viste det sig at mere end 90 % af rødspætterne over MM undslap. Flere jomfruhummere over MM blev tilbageholdt end i det foregående forsøg (tabel 4.4.1). Sammenlignet med en standard fangstpose lavet af samme netmateriale (tabel 5.2.1) er der dog færre jomfruhummere over MM der tilbageholdes. Forskellen er på omkring 10 %.

En oversigt over fangst af øvrige kommercielle arter over MM er vist i tabel 4.5.2. Meget få sej og skærising tilbageholdes og ingen kuller, mens knap 40 % af slethvar tilbageholdes og lidt flere tunger. Dog er antallet af tunger for lavt til at der kan drages væsentlige konklusioner.

4.6 Udvikling af en ny type opsamlingspose



Figur 4.6.1. Opdelt opsamlingspose der adskiller fisk og jomfruhummer der undslipper fra sorteringsvinduet.

I traditionelle selektionsforsøg anvendes en opsamlingspose, der dækker sorteringsvindue såvel som fangstpose. Det betyder, at det ikke er muligt at skelne mellem fisk der undslipper gennem maskerne i fangstposen og sorteringsvinduet. Dette er midlertidigt ret vigtigt, for at kunne vurdere om der er et tab af jomfruhummer gennem sorteringsvinduet, samt at kunne vurdere hvor mange fisk der undslap gennem sorteringsvinduet. Derfor blev der udviklet en opsamlingspose som er vist i figur 4.5.1. Den er delt i to, hvor den øverste opsamlingspose tilbageholder det der undslipper gennem sorteringsvinduet mens, den nederste opsamlingspose tilbageholder det der slipper gennem resten af fangstpose. Opsamlingsposen blev testet i prøvetanken i Hirtshals.

4.7 Forsøg med sorteringsboks med 150 mm og 400 mm masker

Sorteringsboksen som beskrevet i afsnit 4.5 blev testet med et 400 mm panel og et 150 mm (målt til 148.6 mm efter første træk) kvadratmaskepanel ved hjælp af den nyudviklede opsamlingspose. De fleste fisk forventes at kunne slippe gennem et sorteringsvindue med 400 mm masker, hvis de forsøger. Et sorteringsvindue med 150 mm masker vil derimod kunne tilbageholde de større fisk. Denne maskevidden er noget højere end de 120 mm masker, der anvendes i sorteringspanelet (lovgivning) i dag.

Disse forsøg gør det muligt at få et umiddelbart overblik over hvad der undslipper gennem sorteringsvinduet (tabel 4.7.1). Det viste sig at det er relativt få jomfruhummer over MM, der

Tabel 4.7.1. Oversigt over hvor mange individer der kommer ind i sorteringsboksen og hvor mange, der tilbageholdes for forsøgene med en opdelt opsamlingspose.

	Torsk			Rødspætte			Jomfruhummer		
	<MM	≥MM	Tot	<MM	≥MM	Tot	<MM	≥MM	Tot
<i>400 mm vindue</i>									
Indkomne (antal)	1743	1880	3623	1622	210	1832	20768	3918	24685
Tilbageholdt (%)	12.4	34.1	23.7	8.9	29.5	11.2	60.9	83.4	64.5
Undslip pose (%)	29.8	2.1	15.4	61.7	0.0	54.6	36.9	15.2	33.5
Undslip vindue (%)	57.8	63.8	60.9	29.5	70.5	34.2	2.2	1.5	2.0
<i>150 mm vindue</i>									
Indkomne (antal)	1599	2141	3740	333	213	546	6172	1371	7543
Tilbageholdt (%)	10.5	63.3	40.7	20.7	84.0	45.4	71.9	86.4	74.6
Undslip pose (%)	52.2	2.2	23.6	65.2	13.6	45.1	24.8	11.6	22.4
Undslip vindue (%)	37.3	34.5	35.7	14.1	2.3	9.5	3.3	2.0	3.0

undslipper gennem sorteringsvinduet (1.5 % og 2.0 %) i de to forsøg. Der tilbageholdes jomfruhummere over MM i samme størrelsesorden som med en konventionel fangstpose testet i et andet forsøg (tabel 5.2.1).

For torsk under MM undslipper en stor andel gennem sorteringsvinduet i de to forsøg (57.8 % og 52.2 %). Lidt over 10 % under MM tilbageholdes, hvilket stadig er væsentligt færre end en konventionel fangstpose hvor ca. 40 % tilbageholdes (tabel 5.2.1). For torsk over MM tilbageholdes ca. entredjedel med 400 mm sorteringsvinduet, hvilket er flere end i det foregående forsøg (tabel 4.5.1). Med 150 mm sorteringsvindue tilbageholdes omkring totredjedele over MM, hvor en konventionel fangstpose tilbageholdt 86 % (tabel 5.2.1).

Omkring 70 % af rødspætte over MM undslipper gennem 400 mm sorteringsvinduet, mens kun omkring 2 % undslipper gennem 150 mm sorteringsvinduet.

En oversigt over øvrige kommercielle arter over MM er vist i tabel 4.7.2 og 4.7.3 for 400 mm og 150 mm sorteringsvinduet respektive. De fleste sej og kuller undslipper gennem 400 mm

Tabel 4.7.2. Oversigt over øvrige kommercielle arter over MM for sorteringsboks med 400 mm vindue.

	Sej	Kuller	Skærsing	Slethvar	Tunge
Indkomne (antal)	578	35	41	42	5
Tilbageholdt (%)	7.4	11.4	53.7	38.1	20.0
Undslip pose (%)	0.0	0.0	0.0	11.9	0.0
Undslip vindue (%)	92.6	88.6	46.3	50.0	80.0

Tabel 4.7.3. Oversigt over øvrige kommercielle arter over MM for sorteringsboks med 150 mm vindue.

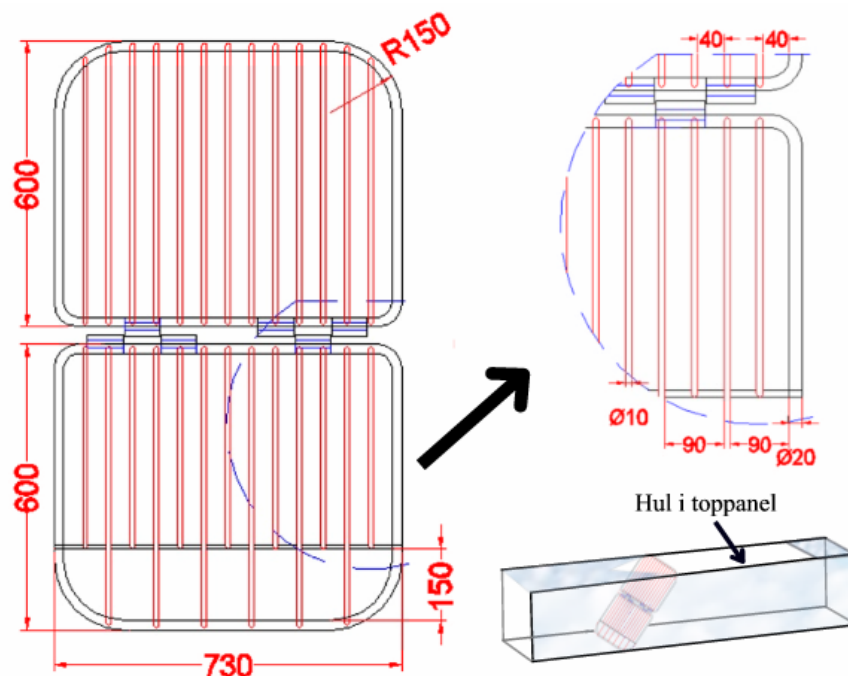
	Sej	Kuller	Skærsing	Slethvar	Kulmule
Indkomne (antal)	208	35	60	23	14
Tilbageholdt (%)	64	46	97	100	64
Undslip pose (%)	0	0	0	0	0
Undslip vindue (%)	36	54	3	0	36

sorteringsvinduet, mens dette antal nedsættes væsentligt ved 150 mm sorteringsvinduet. Omkring halvdelen af skærisning og slethvar undslipper gennem 400 mm sorteringsvinduet, mens der kun er et meget lille undslip ved anvendelse af 150 mm sorteringsvinduet. Kun få tunger blev fanget med 400 mm sorteringsvinduet, men det indikeres at tunger også kan undslippe gennem et sorteringsvindue.

4.8 Optimering af en jomfruhummerrist

En sorteringsrist til jomfruhummerfiskeri blev introduceret i lovgivningen fra 2005 og fartøjer der anvender risten fritages for havdagerestriktioner fordi risten er meget selektiv (Valentinsson og Ulmestrand, 2008). Danske forsøg har vist, at større og mere værdifulde jomfruhummer ikke altid passerer en rist med 35 mm tremmeafstand (*pers. komm.*, Rikke Frandsen, DTU). Dette problem har været forsøgt løst ved at placere et hul øverst på risten, hvor jomfruhummer kunne falde igennem. Det lykkedes at forbedre tilbageholdelsen i et vist omfang, men der er stadig behov for at se på andre muligheder for at optimere ristens evne til at tilbageholde større jomfruhummer.

Det nye ristdesign med mål er vist i figur 4.8.1. Tre forskellige ændringer af risten blev undersøgt: 1) en øgning af tremmeafstand fra 35 mm til 40 mm; 2) et hul med fordoblet tremmeafstand i bunden af risten (80 mm). Jomfruhummer opholder sig i højere grad i bunden af redskabet i forhold til fisk, derfor vil en stor del af dem kunne sorteres fra i bunden af risten; 3) et 3 meter langt hul i toppanelet af nettet bagved risten hvor jomfruhummere kan falde igennem, hvis de bliver sorteret ud af risten. Risten er indsat i en netsektion med fire paneler. Dette forbedrer stabiliteten i forhold til en traditionel fangstpose med to paneler.



Figur 4.8.1. Rist design med mål. Nederst til højre er vist hvordan risten er indsat i en sektion med fire paneler. Princippet med et hul i toppanelet efter risten er vist. Figur af rist er tegnet af Kurt Hansen (SINTEF).

Tabel 4.8.1. Total antal fisk og jomfruhummer samt procentvis fordeling.

	Torsk			Rødspætte			Jomfruhummer		
	<MM	≥MM	Total	<MM	≥MM	Total	<MM	≥MM	Total
Total (antal)	650	1486	2136	543	149	692	7239	1569	8808
Penetrerede rist (%)	12.5	2.3	5.4	23.6	2.0	18.9	58.0	55.1	57.5
Undslap (%)	84.3	96.2	92.6	52.7	97.3	62.3	14.5	20.2	15.5
Gennem hul i toppanel (%)	0.5	0.7	0.6	0.2	0.0	0.1	4.7	5.3	4.8
Gennem bund af rist (%)	2.8	0.9	1.5	23.6	0.7	18.6	22.8	19.4	22.2

Tabel 4.8.2. Antal indkomne fisk i redskab samt procentvis fordeling for øvrige kommercielle fiskearter over MM hvor der er fanget mere end 10 individer.

	Sej	Kuller	Skærising	Slethvar	Havtaske
Total (antal)	222	21	43	13	12
Penetrerede rist (%)	0	0	9	0	0
Undslap (%)	85	76	72	92	75
Gennem hul i toppanel (%)	15	19	19	0	25
Gennem bund af rist (%)	0	5	0	8	0

Der blev i alt anvendt fire ikke selektive opsamlingsposer for at undersøge hvordan fangsten fordelte sig. De blev gennemført syv slæb med Mette-Amalie (RS 30). Selv om antallet af slæb er relativt lavt i forhold til de øvrige forsøg giver de et udmærket billede af mulighederne for at optimere risten.

Resultater for torsk, rødspætte og jomfruhummer er vist i tabel 4.8.1. Torsk under MM var i mindre omfang i stand til at penetrere risten (12.4 %) men hovedparten (84.3 %) blev sorteret ud som ønsket og kun ganske få gik gennem bunden af risten eller gennem hullet i toppanelet. Langt den overvejende del af torsk over MM undslap (96.2 %). Lidt over halvdelen af rødspætteerne under MM undslap, mens knap en fjerdel penetrerede risten og gik gennem hullet i bunden af risten henholdsvis. Langt hovedparten af rødspætteerne over MM undslap (97.3 %).

Lidt over halvdelen (55.1 %) af jomfruhummerne over MM penetrerede risten. Ca. en femtedel undslap og en anden femtedel gik gennem hullet i bunden af risten.

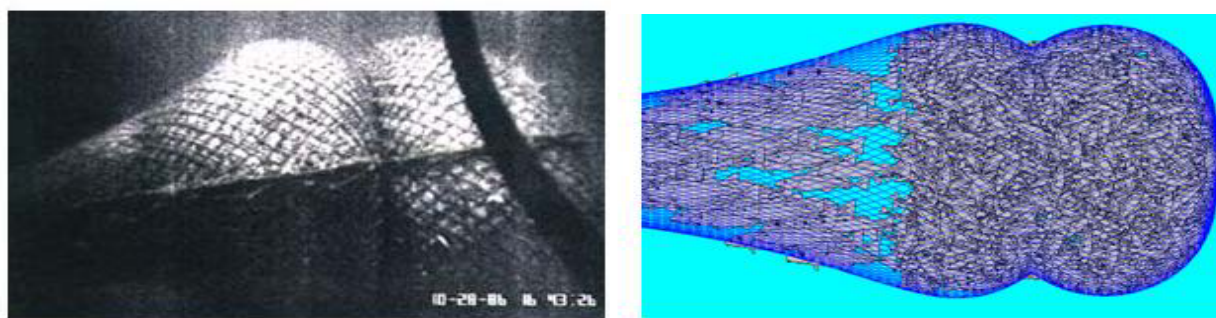
Resultater for øvrige kommercielle arter er vist i tabel 4.8.2. Selvom det er relativt få fisk, giver det et generelt et fingerpeg om at hovedparten de fleste arter undslap. Enkelte fisk blev dog tilbageholdt, idet de passerede gennem hullet i toppanelet eller gennem hullet i bunden af risten.

4.9 Teoretisk undersøgelse af indflydelsen af rundstropper på størrelsesselektion

Nogle fiskere monterer forskellige specielle anordninger på fangstposerne i trawl for at forbedre håndteringen under brug og for at reducere beskadigelsen af redskabet forårsaget af mekanisk slid. Et eksempel er anvendelse af rundstropper, der af nogle fiskere anvendes på jomfruhummerfangstposer. Disse anordninger kan måske medvirke til at reducere åbningsgraden for maskerne og dermed forringe størrelsesselektionen i redskabet. En af disse anordninger er rundstropper som vi valgte at undersøge nærmere. Rundstropper er reb monteret rundt om fangstposen, typisk kortere end den maksimale strakte omkreds af fangstposen, hvilket således potentielt kan begrænse åbningsgraden på maskerne (figur 4.9.1). Der er lovgivet på området, men

det er ikke helt klart i hvilket omfang, tilladte rundstropper kan påvirke størrelsesselektionen af rundfisk som f.eks. kuller. Da det vurderes som af væsentlig betydning for en fortsat forbedring af selektiviteten, blev der foretaget et teoretisk studie for kuller.

Simuleringsværktøjet PRESEMO (Herrmann, 2005a) blev anvendt til at simulere selektionsprocesserne for kuller i konventionelle diamantmaske fangstposer med: ingen, en eller to rundstropper monteret med forskellig længde. Figur 4.9.1 viser et plot fra en computer simulering sammenlignet med et undervandsfoto. Resultaterne af studiet viste at L50 kunne forventes at blive reduceret med op til 5 % ved at anvende rundstropper i fangstposen inden for lovgivningens rammer i forhold til en tilsvarende fangstpose uden rundstropper. Studiets resultater viser vigtigheden af også at tage hensyn til specielle fangstpose anordninger som rundstropper ved udvikling af nye størrelsesselektive fangstposer.



Figur 4.9.1. Udsnit af fangstpose med en rundstrop. Til venstre en undervandsoptagelse og til højre en computersimulering.

4.10 Sammenfatning og anbefalinger

Udviklingen af et selektivt jomfruhummertrawlkoncept peger på en mere helhedsorienteret løsning, hvor udvikling af selektivt fiskeri også sker gennem en målrettet udvikling for at optimere fangsten af målarten. Det er muligt at adskille størstedelen af fiskene, herunder torsk, fra ca. 90 % af jomfruhummer fangsten. Selektionen af hovedparten af fisk og jomfruhummer kan derfor optimeres uafhængigt af hinanden i samme redskab. Ved at anvende delte fangstposer hvor de forskellige fangstelementers vertikale adfærd udnyttes, kan både arts- og størrelsesselektionen i jomfruhummerfiskeriet således forbedres. Det skal også bemærkes at rammen kun var 30 cm høj, mens sorteringsristen testet i afsnit 4.8 til sammenligning var 120 cm høj. Flere af de designelementerne der var indeholdt i det selektive trawlkoncept, var det ikke muligt at undersøge fuldt ud. Specielt gjaldt dette de ændringer der var foretaget for at øge fangsteffektiviteten af jomfruhummere, idet det ikke lykkes at fiske de to forskellige trawl optimalt i et totrawlsystem. Designideerne kan dog anvendes af vobindere og andre og det anbefales at dette udviklingsarbejde fortsætter.

Forsøgene med en akustisk udløser identificerer mulighederne for anvendelsen af moderne teknologi på en ny måde. Der var ingen signifikant effekt ved at have sorteringsvinduet tættere på den akkumulerede fangst. Forsøgene har dog bibragt vigtig ny viden, fordi de viser, at man godt kan opnå en god sortering for torsk uden at rykke sorteringsvinduet helt tilbage, hvor det bliver mest kritisk for jomfruhummerfangsten.

Sorteringsboksen er et nyt koncept, hvor eksisterende viden anvendes i designfasen til at opnå den ønskede effekt. I dette udviklingsarbejde er der taget hensyn til løsninger, der kan hjælpe til at opretholde erhvervets økonomi. Selektionen for torsk er væsentligt bedre, end hvad der er set i tidligere forsøg med sorteringsvinduer. En ny opdagelse var at rødspætter også reagerer og undslipper gennem et sorteringsvindue. Dette er ikke optimalt, fordi der i mindre omfang er fangstbegrænsning på rødspætter. En vigtig opdagelse er, at der med et 150 mm sorteringsvindue kun er et meget lille tab af rødspætter. Denne opdagelse kan muligvis udnyttes i andre fiskerier. Fangsten af andre fladfiskearter var begrænset, men også her er der tegn på at de søger ud gennem et sorteringsvindue.

I disse forsøg valgte vi et koncept, hvor sorteringsboksen er designet som en sektion til at kunne sættes ind i et eksisterende redskab. I afsnit 3.3 valgte vi at lave en hel fangstpose i fire paneler. Dette fungerede godt og kan også anvendes som en alternativ løsning i denne forbindelse. Man kan således lave et samlet selektivt koncept ved at kombinere effekterne.

Konceptet med en fleksibel fangstpose hvor nettet kan skiftes på stedet efter behov, er en mulighed der bør udforskes yderligere, fordi det gør det muligt at tilpasse redskaberne de aktuelle forhold. Her blev idéen demonstreret ved et sorteringsvindue fastgjort med en lynlås, som betyder at redskabets selektivitet kan ændres væsentligt på omkring 15 minutter. Andre metoder kan udvikles til en hurtig udskiftning af et sorteringsvindue.

Vi observerede nogle væsentlige forskelle i sorteringen for specielt torsk for det samme redskab. Vores formodning er at det skyldes at sorteringsboksen er fastgjort til den nye opsamlingspose i siderne, hvilket gør at top og bund spiles mere ud og at afstanden mellem disse bliver øget. Der er derfor behov for at man ved en evt. implementering tager højde for dette. Generelt skal det i denne forbindelse bemærkes, at det er hensigtsmæssigt at udsætte redskaberne for mere omfattende kommerciel testning, såfremt det skal implementeres i lovgivning. Således at praktiske og tekniske problemer kan løses inden. Det er vigtigt at erhvervet i høj grad selv står for sådanne test.

Sammenligner man resultater for sorteringsboksen med risten, så kan sorteringsboksen tilbageholde flere store jomfruhummere. I bedste fald er sorteringen for torsk på højde med sorteringen for risten. Sorteringsboksen afhænger af aktiv adfærd hos fiskene, hvor sorteringsristen sorterer fysisk. Det betyder at sorteringsboksen, må antages at sortere med større variation end sorteringsristen.

Med en tremmeafstand der er større end i lovgivningen, viste det sig at en stor del af jomfruhummerne over MM ikke penetrerede risten. Der blev dog ikke anvendt en ledetunnel foran risten, der koncentrerer fangsten i den nederste del og dermed i højere grad sikrer at den kommer i kontakt med risten over dens fulde længde. En ledetunnel vil formentlig resultere i, at flere jomfruhummere penetrerer risten men også flere fisk. Hullet i bunden af risten er det bedste bud på en løsning med henblik på at forbedre tilbageholdelsen af jomfruhummer over MM. Udviklingsarbejdet med at optimere jomfruhummerristen bør fortsætte, såfremt at denne skal anvendes af danske fiskere.

Gennem simuleringsforsøg blev det påvist at anordninger monteret på fangstposen på trawl kan have en indflydelse på selektiviteten. I dette tilfælde analyserede vi anvendelsen af rundstropper. Analyserne viser at sådanne anordninger kan have en indflydelse på selektiviteten. Tilgangen med anvendelse af computerbaserede analysemetoder til at evaluere en fangstposes selektivitet er ny. Sådanne metoder er billigere og hurtigere end traditionelt forsøgsfiskeri og bør derfor have højere prioritet i fremtiden.

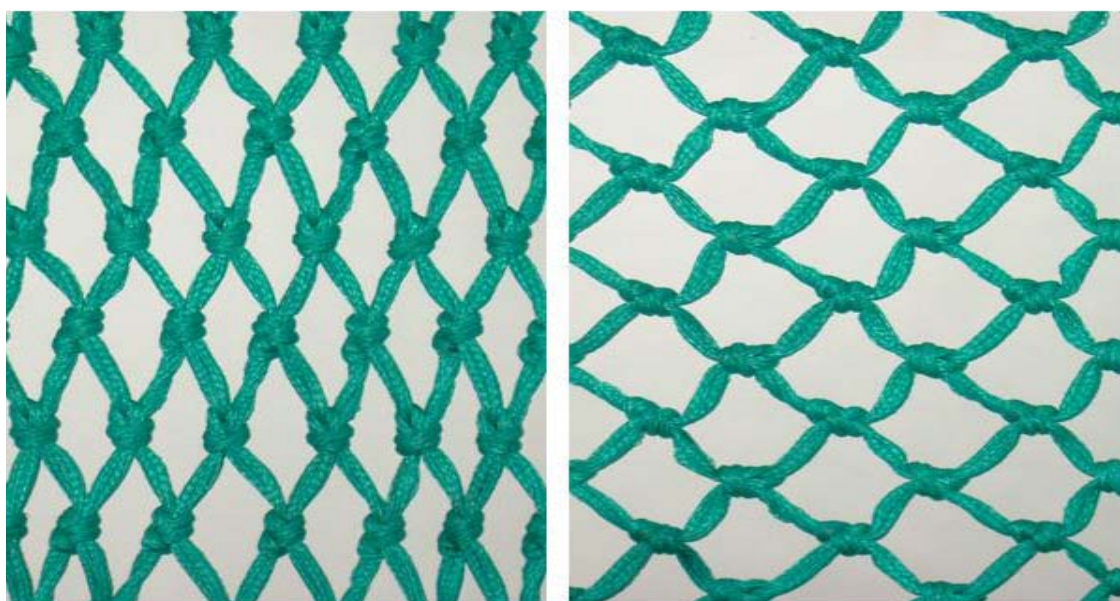
5. Delprojekt 4: T90-masker til forbedring af størrelses-selektionen i konsumtrawl

5.1 Baggrund

Internationalt er mange kommercielle fartøjer begyndt at anvende T90-masker (almindelige masker drejet 90 grader) i fangstposen for at forbedre selektionen. I Østersøens torskefiskeri er en T90-fangstpose en valgmulighed som et alternativ til BACOMA fangstposen. Derudover anvendes T90-masker bagest i trawlen, typisk i forlængerstykket på pelagiske trawl, bl.a. fordi det menes at forbedre gennemstrømningen og stabilisere den bagerste del af trawlen. T90-nettet har nogle åbenlyse fordele sammenlignet med det knudeløse net, der oftest anvendes til kvadratmasker: det er lettere tilgængeligt, billigere og lettere at reparere.

Det tyder også på, at T90-masken har nogle gode selektive egenskaber. Dette beror på at når knuden drejes 90 grader, så tvinger knuden maskerne til at stå mere åbne end traditionelle masker (figur 5.1.1). Selvom T90-masken anvendes i Østersøen, så er dokumentationen for de selektive egenskaber ikke særlig omfattende og væsentligt baseret på forsøg gennemført med forskningsfartøjer (Madsen, 2007). Der mangler derfor god dokumentation for T90-maskernes selektive egenskaber anvendt under kommercielt fiskeri.

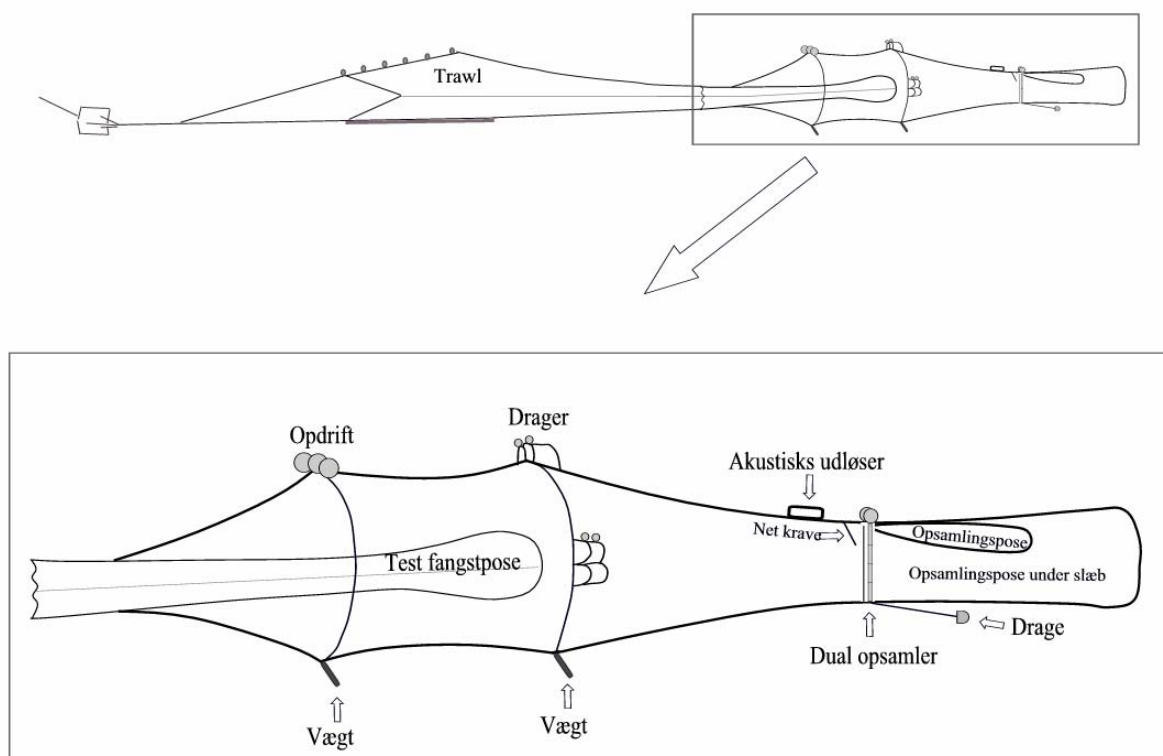
Nye forsøg (Madsen mfl., 2008) har vist at en del fisk først slipper ud af en traditionel fangstpose, når trawlen hales tilbage til fartøjet. Fisk der slipper ud i overfladen kan pådrage sig betydelige skader pga. af stress og trykændringer. Pilotforsøg (Breen mfl., 2007) har indikeret at overlevelsen er væsentligt lavere, end når de undslipper mens trawlen trækkes ved bunden. Derfor mener vi at det er vigtigt, at kunne inddrage denne viden i en sammenligning.



Figur 5.1.1. Standard net til venstre og T90 net til højre som er udsat for samme lodrette belastning.

5.2 Udvikling af en ny metode til opsamling af fisk og jomfruhummer

Som noget nyt blev der udviklet en opsamlingspose (figur 5.2.1) som gør det muligt at udløse en ny opsamlingspose ved hjælp af en akustisk udløser, der kan aktiveres fra fartøjet, samt en metalramme (dobbelt opsamler). Denne opsamlingspose kan således separat opsamle de fisk og jomfruhummere separat, der undslipper når trawlen hales. Redskaberne kan således også sammenlignes mht. om fisken undslipper på det optimale tidspunkt. Den nyudviklede opsamlingspose blev testet i prøvetanken i Hirtshals. Der blev bygget to ens opsamlingsposer, således at de kunne anvendes samtidigt fisket i et totrawlsystem. Testposerne kan derfor fiskes under ens forhold.



Figur 5.2.1. Udvikling af en dobbelt (dual) opsamler der kan udløse en ny opsamlingspose ved hjælp af en akustisk udløser.

5.3 Selektionsforsøg med en T90-fangstpose i Kattegat og Skagerrak

Det blev valgt at teste T90-maskerne med udgangspunkt i konsumfiskeri i Kattegat og Skagerrak, fordi det gav gode sammenligningsmuligheder med de øvrige forsøg, hvor andre alternative løsninger blev testet for kommercielt vigtige arter.

Tabel 5.3.1. Sammenligning af standard fangstpose (ST) og T90-fangstpose.

	Indkomne (antal)		Tilbageholdt (%)		Undslip træk (%)		Undslip tilbagehaling (%)	
	ST	T90	ST	T90	ST	T90	ST	T90
<i><u>Torsk</u></i>								
<MM	423	223	40	14	26	36	34	50
≥MM	323	289	84	86	4	4	12	10
<i><u>Rødspætte</u></i>								
<MM	2636	2950	28	43	51	44	21	13
≥MM	237	277	100	95	0	1	0	4
<i><u>Jomfruhummer</u></i>								
<MM	19832	18240	69	16	10	19	21	65
≥MM	3942	3504	82	33	7	14	11	52

De to ens nyudviklede opsamlingsposer (afsnit 5.2) blev anvendt i begge sider af et totrawl system. I den ene side blev der fisket med en konventionel standard (ST) 90 mm fangstpose og i den anden side med en T90-fangstpose fisket. Begge var lavet af den samme nettype (4 mm dobbelt PE) og havde 100 masker i omkreds inklusive sidesømme.

Forsøgene blev gennemført fra Mette Amalie (RS 30). Der blev i alt gennemført 16 træk. I et enkelt træk for hvert redskab lykkedes det dog ikke at udløse den ekstra opsamlingspose, således at man kan adskille undslip under træk og tilbagehaling. Resultater der viser hvornår torsk, rødspætte og jomfruhummer undslipper, kan ses i tabel 5.3.1. Standard fangstposen tilbageholder 40 % af torsk under MM mens T90-fangstposen kun tilbageholder 14 %. Det viser sig dog, at 50 % af torsk under MM i T90-fangstposen først undslipper når trækket stopper og trawlen hales tilbage. Stort set alle torsk over MM tilbageholdes i standard fangstposen, mens 95 % tilbageholdes i T90-fangstposen. Standard fangstposen tilbageholder færre rødspætter under MM end T90-fangstposen. Der er betydelig forskel i tilbageholdelsen af jomfruhummer. Standard fangstposen tilbageholder langt flere jomfruhummere over og under MM. Det er relativt få jomfruhummere over MM der

Tabel 5.3.2. Estimerede selektionsparametre for standard fangstpose (ST) og T90-fangstpose. Konfidensinterval (95 %) i parentes. Selektionsparametre i cm for fisk og mm rygskjoldslængde for jomfruhummer.

	L50		SI	
	ST	T90	ST	T90
<i><u>Torsk</u></i>				
Træk	11.7 (7.53-15.9)	11.4 (3.65-19.2)	11.5 (8.02-15.1)	11.8 (5.21-18.3)
Tilbagehaling	20.4 (15.8-25.1)	30.9 (24.4-37.4)	18.4 (11.0-25.8)	8.01 (4.66-11.4)
Hele trækket	23.7 (20.3-27.0)	32.2 (26.1-38.3)	13.1 (9.67-16.7)	7.83 (4.94-10.7)
<i><u>Rødspætte</u></i>				
Træk	18.9 (10.6-27.2)	19.2 (13.5-24.8)	4.62 (3.22-6.01)	3.00 (2.34-3.64)
Tilbagehaling	18.3 (11.7-25.0)	16.3 (7.94-24.7)	3.37 (2.47-4.27)	3.14 (1.96-4.32)
Hele trækket	21.3 (15.8-26.8)	20.5 (17.2-23.7)	2.77 (2.20-3.33)	2.72 (2.33-3.12)
<i><u>Jomfruhummer</u></i>				
Træk	20.3 (12.3-28.3)	30.6 (13.3-47.8)	26.6 (22.3-30.9)	35.1 (28.2-42.0)
Tilbagehaling	12.4 (2.34-22.5)	36.9 (29.5-44.3)	26.7 (20.9-32.5)	22.1 (18.4-25.8)
Hele trækket	29.9 (19.8-40.1)	45.6 (34.5-56.8)	21.8 (15.5-28.1)	20.7 (15.0-26.3)

tilbageholdes i T90-fangstposen. Hovedparten af de jomfruhummere der undslipper T90-fangstposen undslipper under tilbagehaling

Selektionsparametre er beregnet og vist i tabel 5.3.1. Det ses at både standard og T90-fangstposen begge er meget lidt selektive (lav L50) for torsk under trækket mens selektiviteten stiger under tilbagehaling dette gælder specielt T90-fangstposen. Dog blev relativt få torsk fanget. For rødspætte er der ingen signifikant forskel i L50 mellem de to poser under trækket og tilbagehaling. For jomfruhummer er der en statistisk signifikant højere L50 under tilbagehaling.

5.4 Simuleringsforsøg og test af en T90-fangstpose

Der blev gennemført et simuleringsbaseret studie af den kombinerede effekt på størrelsesselektion af T90-masker og reduceret antal masker i omkreds.

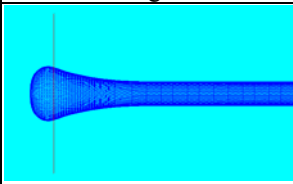
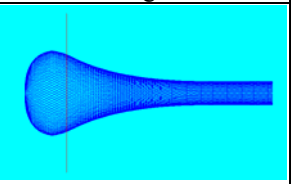
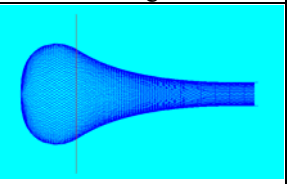
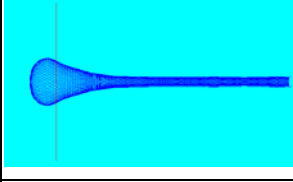
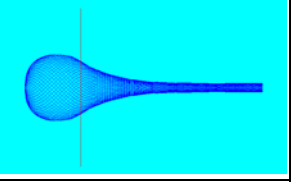
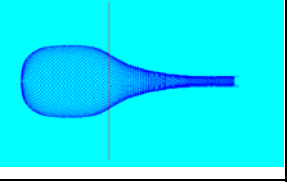
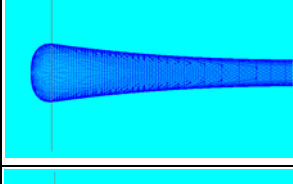
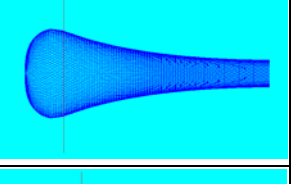
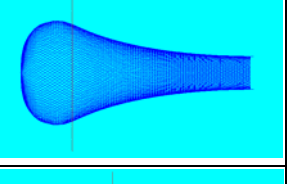
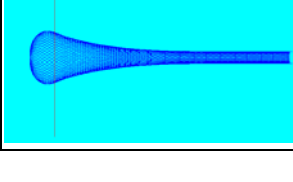
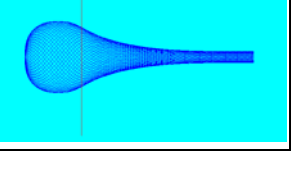
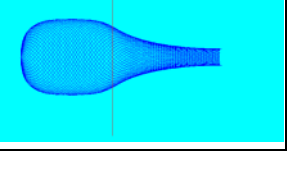
De selektive egenskaber for diamantmasker der anvendes i konventionelle fangstposer i trawl er meget afhængige af åbningsvinklen i maskerne. Eksperimentelt arbejde rapporteret i Dahm (2004) har indikeret at drejning af maskerne 90 grader (T90) i forhold til normal retning (T0) vil øge L50 og således forbedre de størrelsesselektive egenskaber. Mekanismen bag denne forbedring kan forklares, ved at for T0-net vil maskerne have en modstand mod at åbne sig. Drejes nettet 90 grader ændres dette til en modstand mod at lukke. Dette hjælper med at holde maskeåbningsgraden høj når der kommer stræk i nettet, som under et trawltræk, og at dermed forbedre størrelsesselektionen. Nettets knuder bidrager sandsynligvis også til de anderledes selektions egenskaber for T90 i sammenligning med T0. Figur 5.1.1 illustrerer forskellen i maskeåbningsgrad, hvor det samme net dels er anvendt som T0 (til venstre) og dels som T90 (til højre) belastet med den samme kraft i lodret retning. Det ses tydeligt, at maskernes åbningsgrad er meget forskellig.

Uover at dreje nettet 90 grader, som ved T90, kan maskernes åbningsgrad også forbedres ved at reducere antallet af masker langs omkredsen af fangstposen. Dette er bekræftet af eksperimentelt arbejde rapporteret i Reeves mfl. (1992) og Galbraith mfl. (1994). Da de eksperimentelle test der til dato har fundet sted for T90-fangstposer ofte har haft et mindre antal masker i omkredsen i forhold til en standard fangstpose, er det derfor usikkert hvor stor en del af den observerede forbedring i størrelsesselektion der skyldes at nettet har været drejet 90 grader. Lovgivningsmæssigt er T90 også til dato kun lovligt i Østersøen, hvis fangstposens maskeantal i omkredsen reduceres til 50 mod normalt 100.

Ovenstående peger på vigtigheden af at undersøge hvordan drejning af nettet 90 grader og reduktion i antallet af masker i omkredsen hver for sig og i kombination, kan forventes at bidrage til forbedring i størrelsesselektion i forhold til en konventionel diamantmaske fangstpose.

På baggrund af ovenstående blev der gennemført et simuleringsstudie for rundfisk af de forventede størrelsesselektive egenskaber for diamantmaskefangstposer med maskevidden 110 mm. Fire forskellige fangstpose design blev analyseret:

- 1) T0x100, med net i almindelig retning og 100 åbne masker i omkredsen.
- 2) T0x50, med net i almindelig retning og 50 åbne masker i omkredsen.
- 3) T90x100, med net drejet 90 grader og 100 åbne masker i omkredsen.
- 4) T90x50, med net drejet 90 grader og 50 åbne masker i omkredsen.

Design	100 kg fisk	500 kg fisk	1000 kg fisk
T0x100			
T0x50			
T90x100			
T90x50			

Figur 5.4.1. Simulerede faconer for de 4 forskellige fangstposer ved forskellige mængder fisk i fangsten.

Simuleringsstudiet blev gennemført med anvendelse af simuleringsværktøjet PRESEMO (Herrmann, 2005). Figur 5.4.1 viser simuleringsbilleder af fangstposefaconen for de fire designs for forskellige fangstmængder.

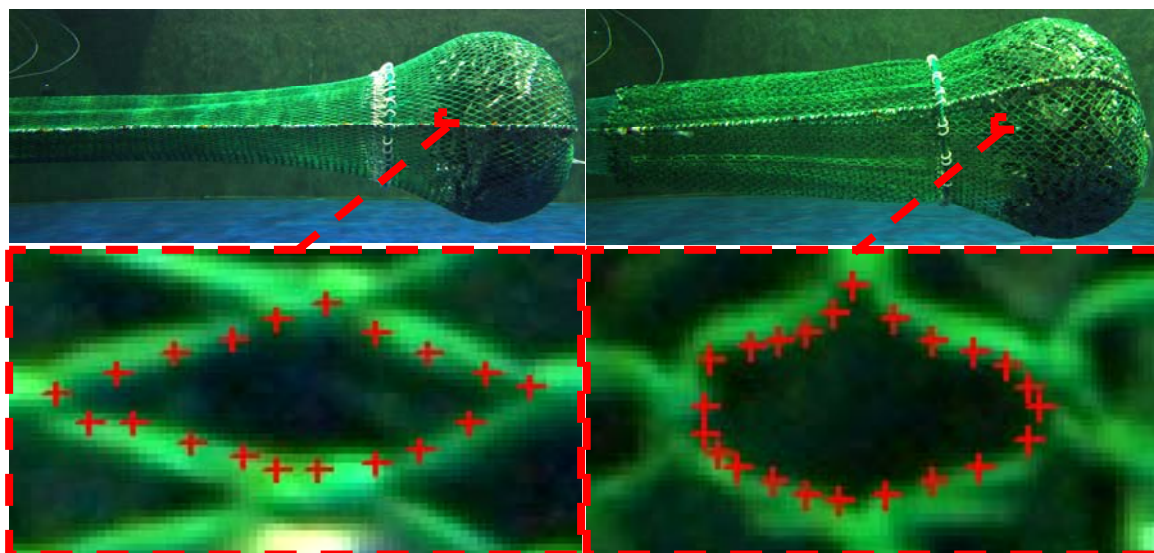
Som det fremgår af figur 5.4.1 er der stor forskel på faconen af de forskellige fangstposer og hvordan denne afhænger af fangstmængden, hvilket giver anledning til at forvente forskelle i de selektive egenskaber. For hvert design blev der gennemført 1000 simulerede trawl træk under ens varierende fiskeriforhold. Middelselektionen for hvert design blev udregnet og sammenlignet.

Effekten af at samtidig dreje maskerne 90 grader og reducere maskeantallet i omkredsen til 50 (design T90x50) er en øgning af L50 på næsten 12 cm i forhold til den traditionelle fangstpose (design T0x100). Af de 12 cm kan 24 % henføres direkte til drejningen af nettet, mens 71 % kan henføres reduktionen i antallet af masker i omkredsen. De resterende 5 % kan tillægges et samspil mellem de to design ændringer.

5.5 Prøvetanksforsøg med T90-fangstpose

For mere grundlæggende at undersøge den potentielle gevinst med hensyn til størrelsesselektion ved at anvende T90-design i forhold til traditionelt T0-design, blev der foretaget en prøvetanksundersøgelse af to fangstposer begge med nominel maskevidde på 90 mm og ca. 90 åbne masker i omkredsen. Den ene var en traditionel diamantmasket pose og den anden en tilsvarende, men hvor nettet var drejet 90° (T90). Fangsten blev simuleret med vandfyldte plastposer (0.5 liter

hver). Via et højtopløsende digitalkamera blev der optaget billeder af fangstposernes facon for varierende fangstmængder op til 900 kg. Ved at foretage digital billedanalyse af de enkelte billeder kunne maskefaconer og åbningsgrader for maskerne forskellige steder i fangstposerne, samt hvordan disse afhænger af fangstmængden bestemmes. Dette gav en mulighed for en foreløbig bedømmelse af de selektive egenskaber for T90-fangstposen i forhold til den tilsvarende standardpose (T0). Figur 5.5.1 viser henholdsvis standardposen (til venstre) og T90-fangstposen (til højre) med 600 kg fangst og maskegeometrierne lige ved kanten af fangsten.



Figur 5.5.1. Billeder fra prøvetanksforsøg. Standardpose (til venstre) og T90-fangstpose (til højre) begge med 600 kg fangst. Nederst digitaliseret maskegeometri i kanten af fangsten.

Det blev generelt fundet, at T90-fangstposens masker var mere åbne end i standard fangstposen specielt ved små fangstmængder. Dette må forventes at give et bedre selektionspotentiale for rundfisk men ikke for fladfisk. For standard fangstposen viste forsøgene, at maskernes åbningsgrad i betydelig grad afhænger af afstanden til fangstkanten specielt for større fangstmængder. For T90-fangstposen afhænger maskernes åbningsgrad i væsentligt mindre grad af afstanden til fangstkanten. For en adfærdsmæssig mere passiv art som jomfruhummer, hvor kontakten med maskerne forventes at være mere tilfældig langs bunden af hele fangstposen forventes dette, at kunne resultere i en mere veldefineret størrelsesselektion og større L50 end i en konventionel fangstpose.

For bedre at kunne vurdere de potentielle effekter for størrelsesselektionen på grund af forskellene i maskegeometri for T90-fangstposen, i forhold standard fangstposen, blev de fundne maskegeometrier anvendt til simuleringsmæssigt at forudsige op til hvilken længde torsk og rødspætte forventes, at kunne slippe gennem maskerne. Tabel 5.5.1 og 5.5.2 viser disse resultater dels ved fangstkanten og dels 1.5 m fra fangstkanten for forskellige fangstmængder.

Tabel 5.5.1. Største undslippelseslængde for torsk.

Fangstmængde (kg)	Største undslippelseslængde (cm)			
	Standard fangstpose		T90-fangstpose	
	Ved fangstkant	1.5 m fra fangstkant	Ved fangstkant	1.5 m fra fangstkant
50	25.2	21.4	35.3	34.5
300	32.9	20.2	34.7	33.6
600	30.6	15.9	33.6	29.3
900	29.2	15.9	34.5	30.5

Tabel 5.5.2. Største undslippelseslængde for rødspætte.

Fangstmængde (kg)	Største undslippelseslængde (cm)			
	Standard fangstpose		T90-fangstpose	
	Ved fangstkant	1.5 m fra fangstkant	Ved fangstkant	1.5 m fra fangstkant
50	21.5	21.1	17.6	16.0
300	20.3	20.5	18.7	19.7
600	20.9	17.1	19.7	20.8
900	21.3	17.1	19.0	20.5

Af tabel 5.5.1 ses at undslippelselængden for torsk, for de undersøgte fangstmængder, generelt er noget højere for T90-fangstposen end for standard fangstposen. For rødspætte ses derimod at der er en svag tendens, til at T90-fangstposen har reduceret undslippelselængde. Sammenligningen mellem de to tabeller viser, at selektionsprocessen for rødspætte må forventes at være væsentlig mere konstant sammenlignet end for torsk.

Under tankforsøgene blev fangstposernes slæbemodstand for forskellige fangstmængder også målt. For samme fangstmængde blev det generelt fundet, at slæbemodstanden var lidt større for T90-fangstposen end for standard fangstposen. For begge poser blev der observeret en kraftig periodisk bevægelse specielt ved større fangstmængder. Disse observationer giver ikke anledning, til at forvente at en T90-fangstpose vil stå mere roligt under slæbet end en tilsvarende standardpose.

5.6 Sammenfatning og anbefalinger

Selektionsforsøgene med T90-fangstposen, viste at den fanger væsentligt færre torsk under MM end tilsvarende standard fangstpose. Hovedparten af de torsk der undslipper, gør det dog først under tilbagehaling. Dette er ikke en optimal selektionsproces, fordi der er større risiko, for at de pådrager sig skader, jo senere de slipper ud. Torsk er dog relativt robuste, men problemet må forventes at være større for andre rundfisk, som eksempelvis kuller, der er mere følsomme. Der er ikke nogen fordel ved T90-fangstposen i forhold til rødspætter og der er et meget stort tab af jomfruhummere over MM når T90-fangstposen anvendes, som vil påvirke fiskerens økonomi væsentligt. Hvis man reducerer maskevidden i T90-fangstposen, kan tabet af jomfruhummere over MM reduceres, men selektionen af torsk og andre arter under MM vil også blive påvirket negativt.

I disse forsøg anvendte vi nye fangstposer. Det er ikke usandsynligt at T90-effekten nedsættes når nettet har været i brug i gennem noget tid fordi knuderne, der holder nettet åbent, ændrer form. Dette bør undersøges nærmere.

Resultaterne fra simuleringsstudiet viser vigtigheden af at også undersøge alle designændringer ved udvikling af nye selektive redskaber. I forbindelse med eksperimentelle undersøgelser af de selektive egenskaber for T90-fangstposer er det desuden vigtigt, at tilrettelægge af forsøgene og dataanalysen på en sådan måde, at T90-effekten kan adskilles fra andre effekter.

Resultaterne fra prøvetanksforsøgene bekræfter i rimelig grad de observerede tendenser og viser hvordan resultater fra prøvetanksforsøg, også kan være en hjælp i forbindelse med fortolkning af eksperimentelle resultater.

6. Ordforklaring

AU: akustisk udløser

BACOMA: fangstpose med et 120 mm sorteringsvindue i toppanelet placeret bagerst i fangstposen. Den er implementeret ved lovgivning i Østersøen.

Bindestrik: et tov hvormed selve fangstposen snøres sammen.

Bobbin: stor stål- eller gummikugle, der monteres på rubben af en trawl for at beskytte nettet og forhindre rubben i at grave i bunden.

Combित्रawl: betegnelse der anvendes for trawl der er fremstillet til at fange både fisk og jomfruhummer.

Discard: udsmid af fisk og invertebrater.

Invertebrater: hvirvelløse dyr f.eks. skaldyr.

Fangstpose: den bagerste del af trawlen hvor fisken ender. Den er normalt 4-6 m lang.

Jackson trawl: trawl design primært til fangst af rundfisk fremstillet ved Jackson Trawls Ltd, Peterhead i Skotland.

Jomfruhummer MM: 40 mm rygskjoldslængde.

Konfidensinterval: angiver intervallet hvor estimatet befinder sig med 95 % sandsynlighed.

L50: 50% tilbageholdelses længde.

Mellemliner: tov af stål eller en kombination af stål og kunststof. Forbinder skovlenes bagtrop med stjernerne eller direkte med vingen i en trawl.

MM: mindstemål.

Torsk MM: 30 cm.

Overtællen: tov, som nettet og ofte opdriften er fastgjort til langs den øverste kant af et fiskeredskab, så som trawl.

PE: polyetylen.

PRESEMO: prædikativ selektions model (simulerings software).

Rub: Kæde eller wire, overtrukket med gummipropper og skiver, der beskytter nettet mod slid fra bunden. Rubben har som eneste del af selve trawlen kontakt med bunden under fiskeri.

Rødspætte MM: 27 cm.

R: længde på runding.

Selektionsfaktor: L50/maskevidde.

ST: standard.

SI: selektionsinterval (L75 % - L25 %).

T0: diamantmasker vendt i normal retning.

T90: diamantmasker drejet 90 grader.

Tot: total.

Undertælle: Tov, som nettet er fastgjort til langs den underste kant af fiskeredskabet. Undertællen fæstes til rubben med korte kæder eller stropper.

Ø: diameter.

<MM: under mindstemålet.

≥MM: over eller lig mindstemålet.

7. Referencer

- Anon., 2004. Report of sea trip RV “Scotia”. Periodic report no. 2 – app 6. EU-project RECOVERY. Report by Fisheries Research Services, Marine Laboratory, Aberdeen
- van Beek, F.A., van Leeuwen, P.I., Rijnsdorp, A.D., 1990. On the survival of plaice and sole discards in the otter-trawl and beam-trawl fisheries in the North Sea. *Neth. J. Sea. Res.* 26 (1): 151-160.
- Breen, M., Huse, I., Ingolfsson, O.A., Madsen, N., Soldal, A.V., 2007. SURVIVAL: An assessment of mortality in fish escaping from trawl codends and its use in fisheries management. EU Contract Q5RS-2002-01603. Final Report.
- Briggs, R.P., 1986. A general review of mesh selection for *Nephrops norvegicus*. *Fish. Res.* 4, 59-73.
- Dahm, E., 2004 (convener). Evaluate the recent (last 5 years) codend mesh selection experiments dealing with bottom trawls used in the Baltic Sea for cod which used either turned meshes and/or BACOMA windows. With emphasis on estimating selectivity parameters, experimental design and modelling/statistical analysis. Report of the ICES Fisheries Technology Committee Working Group on Fishing Technology and Fish behaviour, Gdynia (Poland), ICES CM 2004/B.05 Ref. ACE: 24pp.
- DeAlteris, J.T., Reifsteck, D.M., 1993. Escapement and survival of fish from the codend of a demersal trawl. *ICES Mar. Sci. Symp.* 196: 128-131.
- DFU, 2001. Oversigt over discard af fisk og skaldyr i de danske fiskerier i perioden 1995 til 2000.
- DFU, 2003. Foreløbig rapport om omfang af og årsager til discard i dansk fiskeri.
- Engås, A., West, C.W., 1995. Development of a species-selective trawl for demersal gadoid fisheries. *ICES Council Meeting Papers, Copenhagen (Denmark)*. CM 1995/B+G+H+J+K:1
- Engås, A., Jørgensen, T., West, C.W., 1998. A species-selective trawl for demersal gadoid fisheries. *ICES journal of Marine Science*, 55: 835-845
- Evans, S.M., Hunter, J.E., Elizal, Wahju, R.I., 1994. Composition and fate of the catch and bycatch in the Farne Deep (North Sea) *Nephrops* fishery. *ICES J. Mar. Sci.*, 51: 155-168.
- Ferro, R. S. T., Jones, E. G., Kynoch, R. J., Fryer, R. J., Buckett, B-E., 2007. Separating species using a horizontal panel in the Scottish North Sea whitefish fishery. *ICES Journal of Marine Science*. 64: 1543-1550.
- Galbraith, R.D., Fryer, R.J., Maitland, K.M.S., 1994. Demersal pair trawl cod-end selectivity models. *Fish. Res.* 20, 13-27.
- Graham, N., Ferro, R.S.T., 2004. The *Nephrops* fisheries of the Northeast Atlantic and Mediterranean – a review and assessment of fishing gear design. *ICES Coop. Res. Rep. No.* 270.

- Herrmann, 2005a. Effect of catch size and shape on the selectivity of diamond mesh cod-ends I. Model development. Fish. Res. 71, 1-13.
- Herrmann, B., 2005b. Effect of catch size and shape on the selectivity of diamond mesh cod-ends: II Theoretical study of haddock selection. Fish. Res. 71: 15-26.
- Herrmann, B., Frandsen, R.P., Holst, R., O'Neill, F., 2007. Simulation-based investigation of the paired-gear method in cod-end selectivity studies. Fish. Res. 83 (2-3): 175-184.
- ICES, 2007. Cod in subarea IV (North Sea), division VIIId (Eastern Channel) and division IIIa (Skagerrak). ICES Advisory Committee on Fishery Management Working Group Advice for 2007.
- Jacobsen, J. A., 1994. Survival experiments of fish escapement from 145 mm diamond codend trawl meshes at Faroes in 1992 and 1993. Fishing gear Technology and Fish behaviour Working Group meeting. Montpellier, France 1994.
- Jacobsen, J. A., Thomsen, B., Isaksen, B., 1992. Survival of saithe (*Pollachius virens* L) escaping through trawl meshes. ICES-CM-1992/B: 29.
- Krag, L.A., Frandsen, R.P., Madsen, N., 2008. Evaluation of a simple means to reduce discard in the Kattegat-Skagerrak *Nephrops* (*Nephrops norvegicus*) fishery: Commercial testing of different codends and square-mesh panels. Fish. Res. 91: 175-186.
- Madsen, N., Moth-Poulsen, T., Holst, R., Wileman, D., 1999. Selectivity experiments with escape windows in the North Sea *Nephrops* (*Nephrops norvegicus*) trawl fishery. Fish. Res. 42:167-181.
- Madsen, N., Hansen, K.E., 2001. Danish experiments with a grid system tested in the North Sea shrimp fishery. Fish. Res. 52: 203-216.
- Madsen, N., Stæhr, K-J., 2004. Selectivity experiments to estimate the effect of escape windows in the skagerak roundfish fishery. Fish. Res. 71: 241-245.
- Madsen, N., Holst, R., Foldager, L., 2002. Escape windows to improve the size selectivity in the Baltic cod trawl fishery. Fish. Res. 57: 223-235.
- Madsen, N., Tschernij, V., Hansen, K., Larsson, P-O., 2006. Development and testing of a species-selective flatfish ottertrawl to reduce cod bycatches. Fish. Res. 78: 298-308.
- Madsen, N., 2007. Selectivity of fishing gears used in the Baltic Sea cod fishery. Rev. Fish. Biol. Fisheries 17: 517-544.
- Madsen, N., Skeide, R., Breen, M., Krag, L. A., Huse, I., Soldal, A. V., 2008. Selectivity in a trawl codend during haul-back operation – An overlooked phenomenon. Fish. Res. 91: 168-174.
- Main, J., Sangster G.I., 1982. A study of separating fish from *Nephrops norvegicus* L. in a bottom trawl. Scottish Fisheries Research Report no. 24.

- Main, J., Sangster, G.I., 1985a. The behaviour of the Norway lobster (*Nephrops norvegicus* L) during trawling. Scott. Fish. Res. Rep. no. 34.
- Main, J., Sangster, G.I., 1985b. Trawling with a two-level net to minimise the undersized gadoid by-catch in a *Nephrops* fishery. Fish. Res. 3: 131-145.
- Millnar, R.S., Whiting, C.L., Howlet, G.J., 1993. Estimation of discard mortality of plaice from small otter trawlers using tagging and cage survival studies. ICES CM 1993/G:24.
- Munch-Petersen, S., 2003. Fiskebestande og fiskeri i 2004. DFU rapport 129-03.
- Polet, H., 2003. Evaluation of by-catch in the Belgian Brown Shrimp (*Crangon crangon* L.) fishery and of technical means to reduce discarding. Ph.D. thesis, University of Gent.
- Reeves, S.A., Armstrong, D.W., Fryer, R.J., Coull, K.A., 1992. The effects of mesh size, cod-end extension length and cod-end diameter on the selectivity of Scottish trawls and seines. ICES J. Mar. Sci 49: 279-288.
- Soldal, A.V., Engås, A., Isaksen, B., 1993. Survival of gadoids that escape from a demersal trawl. ICES Mar. Sci. Symp., 196: 122-127
- Thorsteinsson, G., 1986. On the behaviour of *Nephrops* against bottom trawls as observed with an underwater TV. ICES CM/B:45.
- Valentinsson, D., Ulmestrand, M., 2007. Species-selective *Nephrops* trawling: Swedish grid experiments. Fish. Res. 90: 109-117
- Wileman, D.A., Sangster, G.I., Breen, M., Ulmestrand, M., Soldal, A.V., Harris, R.R., 1999. Roundfish and *Nephrops* survival after escape from commercial fishing gear. Final Report for the Commission of the European Communities (FAIR-CT95-0753).

8. Appendiks oversigt

1. Literatur gennemgang vedr. selektivt kullerfiskeri: Selective haddock trawl, a review.
2. Udvikling af selektivt kullertrawl: Selective haddock (*Melanogrammus aeglefinus*) trawling – avoiding cod (*Gadus morhua*) bycatch
3. Prøvetank test i forbindelse med udvikling af et selektivt kullertrawl.
4. Paper vedr. forbedring af selektivitet i kullertrawl: Theoretical study of the influence of twine thickness on haddock selectivity in diamond mesh cod-ends. Fish. Res. 80: 221-229.
5. Test af selektiv jomfruhummer fangstpose, forsøg med kvadratmasker: Selectivity and escapement behaviour of eight species including cod (*Gadus morhua*), plaice (*Pleuronectes platessa*) and Norway lobster (*Nephrops norvegicus*) in a square mesh and a diamond mesh codend
6. Udvikling af en selektiv jomfruhummer fangstpose: Effects on selectivity of Norway lobster (*Nephrops norvegicus*) of integrating square mesh panels in the codend.
7. Simuleringsforsøg til test af forbedret størrelsesseleksion for jomfruhummer: Note on *Nephrops* (*Nephrops Norvegicus*) laboratory experiments.
8. Udvikling af et selektivt jomfruhummertrawl koncept: Experiments with a selective a species selective *Nephrops* (*Nephrops norvegicus*) trawl.
9. Udvikling og test af et artsselektivt fangstpose koncept, forsøg 1: The sorting box - a new concept for improving the performance of a square mesh escape panel.
10. Udvikling og test af et arts-selektivt fangstpose koncept, forsøg 2: note vedr. udvikling og test af sorteringsboks med 400 mm sorteringsvindue
11. Udvikling og test af et artsselektivt fangstpose koncept, forsøg 3 og 4: note vedr. undersøgelse af et sorteringsvindues selektivitet.
12. Optimering af en jomfruhummerrist: optimising the performance of a *Nephrops* sorting grid.
13. Note vedr. udviklingsarbejde med alternative selektive anordninger.
14. Teoretisk undersøgelse af effekten af anvendelse af rundstropper: Theoretical study of the effect of round straps on the selectivity in a diamond mesh cod-end. Fish. Res. 80: 148-157.
15. Udvikling af covermetodik: Technical note, Development of a dual sampler system for use on smaller vessels and bottom trawls.
16. Selektionsforsøg med en T90 fangstpose i Kattegat og Skagerrak: Comparing size-selectivity of a standard mesh codend with a turned meshed codend (T90).
17. Prøvetanksforsøg med T90-fangstpose.

18. T90 Simuleringsforsøg: Simulation-based study of the combined effect on cod-end size selection of turning meshes by 90° and reducing the number of meshes in the circumference for round fish. Fish. Res. 84: 222-232.

19. Udvikling af et undervandskamera system.